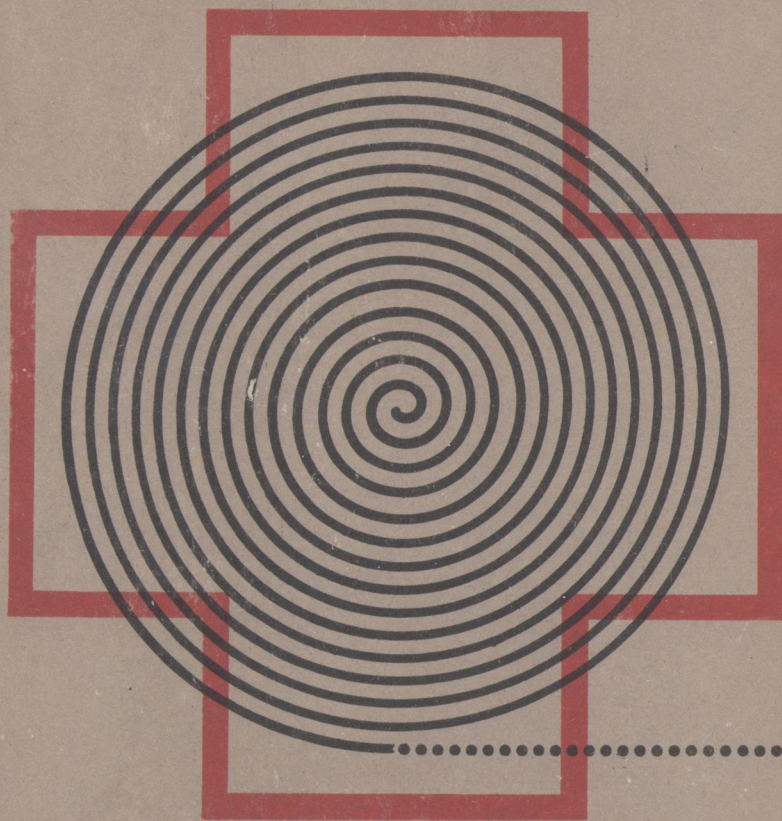


..... А. ШВАРЦ **ДОЛГИЙ ПУТЬ К ИСТИНЕ** .....



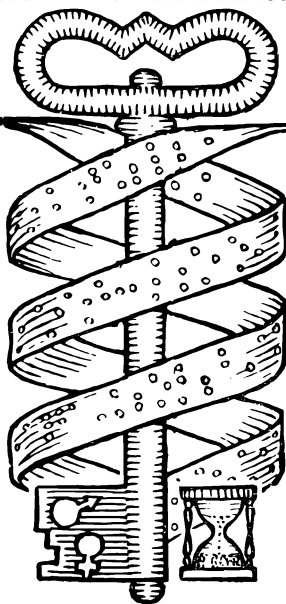
АНАТОЛИЙ ШВАРЦ

**ДОЛГИЙ ПУТЬ  
К ИСТИНЕ** .....

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
"ДЕТСКАЯ  
ЛИТЕРАТУРА"

АНАТОЛИЙ ШВАРЦ

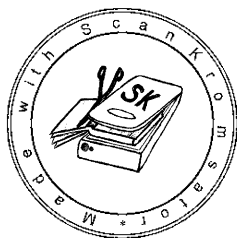
# ДОЛГИЙ ПУТЬ К ИСТИНЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
«ДЕТСКАЯ  
ЛИТЕРАТУРА»

МОСКВА  
1967

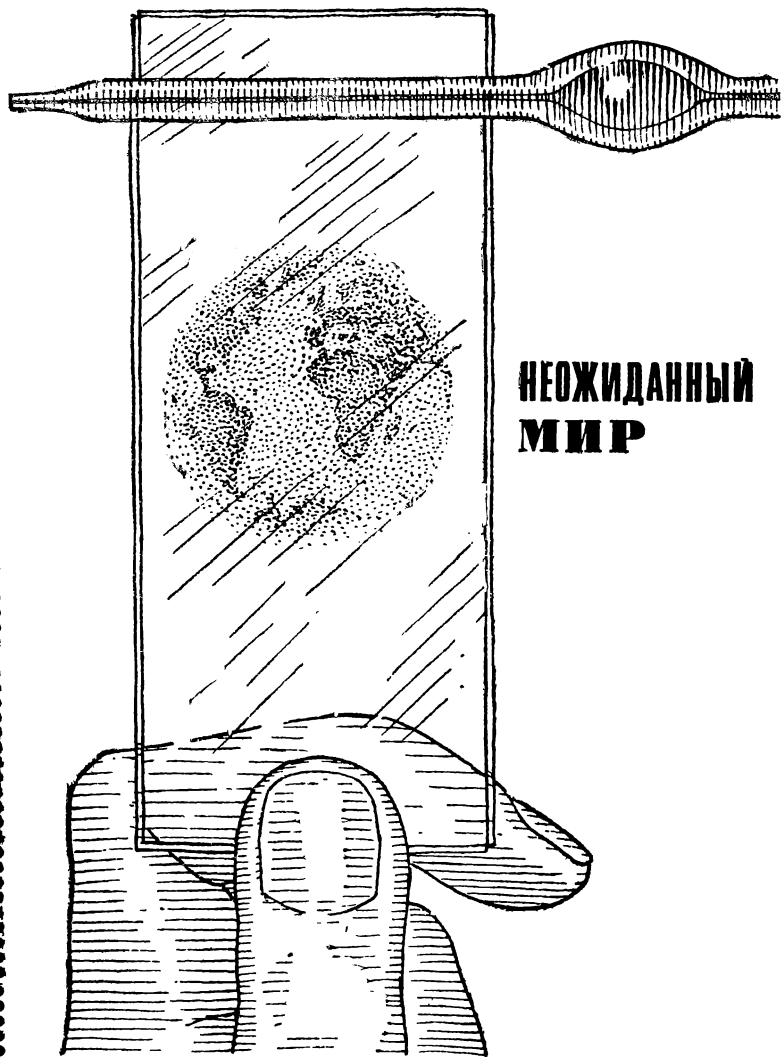
**Н**е будем пересказывать содержание этой книги. Иначе она потеряет для вас новизну и интерес. Скажем только, что это книга о лабиринте идей, в котором живет и мучается сейчас множество биологов и врачей разных стран света. Прочитав ее, вы узнаете, как причудлив порой ход мысли исследователя, сколько преград одолевает он на своем пути. О дерзких мечтах и о судьбах мечтателей пойдет здесь рассказ.



Scan AAW

*Рисунки В. Колганова*

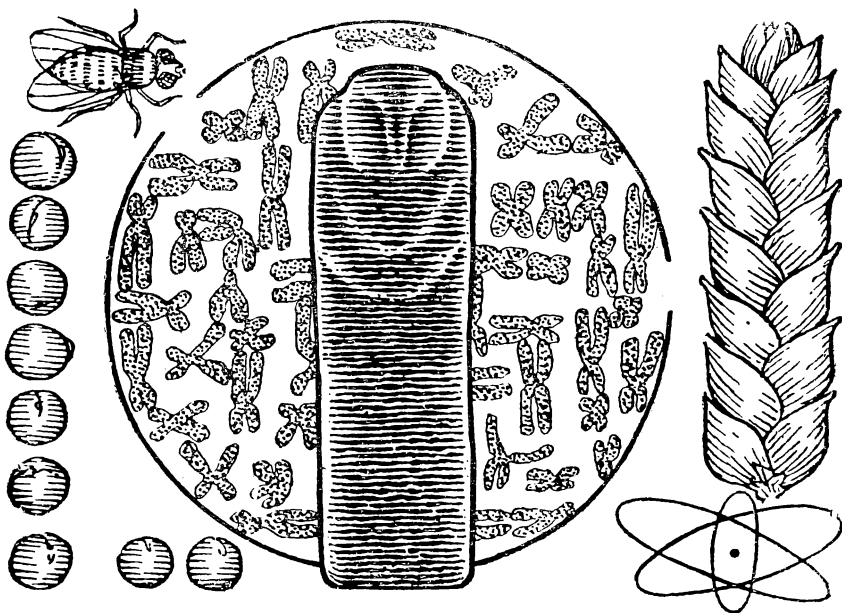
К Н И Г А П Е Р В А Я



**НЕОЖИДАННЫЙ  
МИР**







## ДОЛГИЙ ПУТЬ К ИСТИНЕ

### Правда, только правда

Не знаю, как антимир, но антинаука, без сомнения, существует. Давно существует: науки еще не было, а лженаука уже была. И пользовалась порой благосклонным вниманием общества. Ибо знала, чем ему потрафить, как сыграть на добрых чувствах. Так что, когда появилось наконец настоящее знание, особой радости оно не встретило, наоборот, каждое новое открытие, свежая идея всякий раз пробивались сквозь стену недоверия и подозрительности.

Тут был вечный конфликт. Ученый искал, ошибался, падал и снова блуждал в поисках истины; лжеученый всегда действовал наверняка, сложные задачи решал

легко и просто. Люди верили ему оттого, что любят простоту и охотнее расстаются с вещами, чем с привычным взглядом на вещи. А эта простота зачастую сулила им реальные выгоды.

Зачем, спрашивается, слушать Коперника, какое вам дело до планет, когда любой штатный астролог с помощью того же телескопа берется предсказать вашу личную судьбу? К чему ждать от химика каких-то далеких и сомнительных благ, если любой частнопрактикующий алхимик обещает вам завтра, да нет, сегодня же горы червонного золота?

Так и шел этот вековой спор между золотом подлинного знания и позолоченной мишурой лженауки.

То был, конечно, совсем не тот спор, в котором рождается истина. Ученые шли на него скрепя сердце, чтобы отстоять свое дело, свое доброе имя. Но спор шел, и рядом с Наукой, с ее блистательными именами и великими достижениями неизменно существовал некий параллельный мир Антинауки.

В этом странном мире были свои герои, свои традиции, исторические даты. И даже юбилеи.

Ровно двести лет назад тихая Швеция была разбужена знаменитой Овсяной битвой. Сражались ученые. Несколько грамотеев заявили, будто при известных условиях овес может стать рожью. Когда ботаники потребовали объяснений, последовал лаконичный ответ: сие — чудо господне. И все. Какие еще после этого нужны объяснения? Не верите в чудо, стало быть, не верите в самого господина.

Да, в те годы было как-то проще доказывать чудеса. Позднейшим последователям этих наивных полеводов пришлось подводить научную базу, ссылаться на классиков. Но то был другой период. А в ту пору... Да нет, пожалуй, и в ту пору чародеям не очень-то верили.

Разгорелся бой. Несколько лет лучшие шведские ученые, и среди них сам Карл Линней, отстаивали самобытность овса и ржи. Ни одной капли пролитой, но сколько испорченной крови, сколько потерянного времени, попусту растраченных сил! Целое поколение ученых боролось с открытием, которого не было. Поистине иной раз Овсяную битву не легче выиграть, чем Полтавскую. Но Карл Линней умер победителем. А его ученик Петер Форскал окончательно посрамил чересчур нетерпеливых переделывателей природы.

Двести лет спустя, уже после открытия основных законов наследственности, на пороге молекулярной генетики мы вдруг снова слышали о волшебных метаморфозах разных злаков. У пшеницы вдруг обнаружилась странная способность превращаться в рожь, а то и в ячмень; зато рожь попала в прародительницы пшеницы, озимые хлеба, как по волшебству, становились яровыми. И наоборот.

Досталось и Дарвину. Открытый им закон внутривидовой борьбы отменялся, а ложное, десятками ученых опровергнутое наследование приобретенных признаков отныне приобрело силу закона, легло в основу «нового биологического учения».

Со времен Овсяной битвы наука о жизни не знала такого обилия «открытий». И все они касались фундаментальных законов биологии. Откуда такой неслыханный урожай сенсаций? На чем держались все эти невероятные теории?

Теперь даже трудно поверить, что все началось со столь малой, микроскопически ничтожной детальки, как ген.

Да, атака на биологию, на все ее основные, поколениями ученых установленные законы, началась с отрицания материальной частицы наследственности. Ибо без гена нет настоящей генетики, нет науки, и тут антинаука может выдумывать и даже объяснять любые чудеса.

Посмотрите, до чего все было просто и даже увлекательно. Генетики, неисправимые менделисты и морганисты, не верят вам, например, что пшеница самвдруг рождает рожь, считают такие случаи обычным засорением семян, а вы говорите им: гена-то нет. Нет вашего носителя особых пшеничных признаков! Наследственность распределена, размазана по всему зерну. Значит, всякое изменение в нем обязательно передается всему роду.

Это ваш теоретический фундамент, залог стопроцентного успеха дальнейших умозаключений. Собственно, спорить дальше не о чем, никто больше не перечит: противник повержен, остается нанести ему последний удар. «В растениях пшеницы,— говорите вы,— происходят незаметные, скрытые, постепенные количественные изменения, которые приводят к быстрым, внезапным, открытым превращениям клеток растения, в данном случае яйцеклеток пшеничного растения, в качество другого вида. Вместо клетки пшеницы возникает клетка ржи».

И все. Открытие сделано. Неважно, что ровно через полгода вы от него откажетесь, зададите вдруг ошеломляющий вопрос: «Каким путем все это происходит? Можно ли представить себе, что клетка пшеничного растения превратилась в клетку ржи?» И тут же сами признаете: «Этого я не могу себе представить. Этого не может быть».

Сейчас все это неважно. Главное, вы повергли врага. Сначала доказали ему, что гена нет и потому превращение пшеницы в рожь возможно, затем использовали новоявленную рожь, чтобы доказать отсутствие гена. Кто теперь посмеет обвинить вас в непоследовательности?

Разве лишь сам ген, если бы он умел говорить... О, если бы он умел, представляю, что бы он сказал вам! Но пусть лучше расскажет о себе сама генетика.

Осенью 1927 года из Берлина возвращался домой профессор Зоотехнического института Александр Сергеевич Серебровский. Ехал не один, а с живым багажом: вез двух кроликов. Так себе кролики, беспородные — маленькие, ушастые, с обычным, заячьей окраски мехом. Какая-то неважная помесь — метисы. Никому и в голову не пришло бы везти их из Германии. Но у Серебровского был свой расчет.

Миновали границу, последний раз таможенники осмотрели чемоданы; заметив клетку с кроликами, коротко кивнули: «Пошлиной не облагается». Поезд дрогнул и, набирая скорость, пошел домой, к Москве. Серебровский стоял у окна, смотрел, как уплывают мокрые березы, низкие облака, вдруг увидел застывших на краю платформы жандармов, улыбнулся: «Знать бы им, сколько золота едет сейчас в багажнике!» И, опустив шторы, лег на диван.

Провезти в кроличьей клетке валюту, тысячи долларов, фунтов, крон и притом не нарушить ни одной конвенции, ни одного правила международной торговли...

В конце двадцать четвертого года на одной французской ферме среди тысяч кроликов внезапно возникла новая мутация: родился кролик с удивительно красивым, под плюш, мехом. Кролики рекс плюшевой мутации заинтересовали меховых фабрикантов и вскоре стали мечтой всех модниц. За рексами шла настоящая охота. Фирмы перехватывали поставщиков, платили кролиководам большие деньги, в пер-



вый же год за двух кроликов отдавали двести золотых марок.

Профессор Серебровский решил привезти рексов в Советский Союз. Только, в отличие от меховщиков, он сразу понял, что незачем тратить на это дело дефицитную валюту. Истинный генетик, Серебровский задумал импортировать не драгоценных кроликов, а только их ген — ту загадочную, никем еще не виданную частицу, что несла признак рекса — плюшевый мех.

Привезти ген? Как дикую лошадь, заарканить ультрамикроскопическую деталь клетки?!

Нет, Серебровский не стал ловить невидимку, он наверняка знал, что в беспородных метисах везет скрытый, непроявившийся ген рекса. И в первом же помете сумеет извлечь его, получить от неказистых родителей прекрасных плюшевых кроликов. Полагаясь на законы наследственности, ученый даже предвидел, что рексов родится в три раза меньше, чем обычных крольчат. Так и вышло. Вырастив породистого самца, Серебровский передал его в совхоз «Чегодаево», что под Москвой.

Пятьдесят самок покрыли животноводы этим красавцем и с нетерпением ждали результатов. Но крольчихи принесли серенькое, никудышное потомство. Ни одного рекса — как говорят, ни мяса, ни меха.

Впору было бросить эту затею, заняться чем-нибудь подоходнее. Однако Серебровский продолжал эксперимент. Знаток своего дела, он вел весь расчет на второе поколение, именно в нем ждал подтверждения генетической теории.

Ровно через полгода скрытый ген вышел из подполья, нарядив множество новорожденных кроликов в отличный плюшевый мех. Генетики могли торжествовать: то был первый в истории импорт задуманной мутации, как бы заказного гена, да еще столь необычным способом.

Но рексы недолго занимали Серебровского, и едва ли стоило рассказывать об этой удаче, если бы она с поразительной закономерностью не повторялась во множестве других, более важных случаев.

В те годы юная генетика энергично вмешивалась в селекцию зерновых культур, выведение домашних птиц, привлекала на свою сторону врачей и агрономов и нередко напоминала о себе скотоводам. Когда они задумали соединить

в одной породе выносливость казахской овцы и густую шелковистую шерсть барана прекос, им поневоле пришлось вспомнить о причудах скрытого гена.

Селекционеры скрестили курдючную овцу с тонкорунным прекосом и в первом же помете вывели... Признаться, они и сами не сразу поняли, что у них вышло: ягнята родились вообще без курдюков, с какой-то грязновато-серой всклокоченной шерстью. В старину животновод, получив такой гибрид, не рискнул бы больше испытывать судьбу, ставил на этом помете крест.

Генетики рассудили иначе — выждать второе поколение. Скрытый ген должен был, по их расчетам, проявиться лишь у внучатых овец. Они не ошиблись: прошел год — и жалкие гибриды принесли потомство с курдюками и густой длинной шерстью.

Снова победила генетика, опять торжествовали ее законы. Обновляя древнейшую на земле профессию селекционера, эти законы стали для него чем-то вроде периодической системы элементов, впервые позволили заглянуть в будущее, предвидеть отдаленные результаты своего труда. С математической точностью селекционер предсказывал, когда и как проявятся у потомков родительские признаки, словно химик, синтезирующий новое вещество, стал загодя, порой на несколько поколений вперед, планировать свойства будущих сортов хлеба.

И достиг здесь немалых успехов. Скрестил высокоурожайную пшеницу с устойчивой к ржавчине, засухе и вывел прекрасный сильный сорт, вобравший все эти достоинства; в другой раз получил знаменитую гибридную кукурузу, что лишь в одной стране легла на весы урожая дополнительным миллиардом пудов — словом, подбирал, комбинировал, как драгоценную коллекцию, сберегал полезные гены. И часто, гораздо чаще, чем кто-либо другой, получал то, что хотел. Ибо знал, что хотел.

Постигнув азбуку наследственности, селекционер заговорил наконец с природой на ее языке. И она ответила ему взаимностью.

Были, конечно, неудачи, срывы — все было, но ведь генетика почти сразу вырвалась вперед и, не уступая лидерства, в одиночку, на свой страх и риск добрые четверть века

вела разведку тайников жизни. Десятки лет она не могла рассчитывать на поддержку соседних наук. Потому что сама была для них опорой и поводырем.

Кто же посмел бы упрекнуть ее в промахах, в слишком смелых, подчас рискованных гипотезах? У кого поднялась бы рука на свою авангардную роту?

Однако посмели, поднялась рука и ударила науку о наследственности в самое сердце — учение о гене. Удар был чувствителен, ибо место это оказалось действительно очень уязвимым.

Ген, эстафетный, из рода в род переходящий носитель важнейшей информации, оставался неуловим, был в ту пору чем-то вроде поручика Кижэ: о нем много говорили, но никто его не видел. Все успехи селекционеров — и гибридная кукуруза и выведение курдючных баранов — лишь косвенно подтверждали его существование. Прямых доказательств генетика не знала. В ней, как в таблице Менделеева, поначалу было много пустых клеток, предполагавших возможность новых открытий.

Правду сказать, ученые ценят эту возможность порой выше самих открытий, но тогда...

Тогда она повела к отрицанию уже добытых истин. Ген был невидим, а его объявили несуществующим. Разница весьма приметная. Ведь так можно под корень срубить любую идею: «закрыть», скажем, еще не открытые элементы периодической системы, отказаться от поисков мельчайших вирусов, знакомых только по названиям болезней. Да мало ли что можно отрицать, если полагаться лишь на собственные глаза и ощущения! Требовал же знаменитый немецкий химик Вильгельм Оствальд показать ему молекулы. И, получив отказ, уверял, что их вовсе нет в природе. А ген оказался меньше молекулы, его нельзя было разглядеть даже в мощные микроскопы.

Это была одна из самых увлекательных, мучительно долго раскрывавшихся тайн жизни. Где-то в недосыгаемой глубине клетки, среди мерцавших отраженным светом частиц и крупинок жил неведомый зодчий живого тела, его главный конструктор и прораб. Он отдавал команды ферментам, руководил постройкой огромных молекул белка, размножался и всякий раз с удивительным постоянством порождал себе подобных хранителей родового богатства, но оставался незрим.

К счастью, наука держится не только на прямых доказательствах. Опираясь лишь на одни наглядные факты, она ушла бы, вероятно, не дальше закона Архимеда. Генетики избрали другой путь — не прямых, но весьма достоверных доказательств.

Не стану рассказывать вам об этих сложных экспериментах, высшая алгебра и статистика сыграли здесь роль едва ли не большую, чем сама биология. Но муху дрозофилу помянуть обязан: на ней были открыты основные законы наследственности, доказана реальность гена.

Почему на ней?

Да, вы вправе задать такой вопрос: мир полон полезных растений и животных, а тут объектом тончайшего исследования, сотен тысяч опытов стала какая-то мошка, смехотворное, никому вроде бы не нужное существо. Если б знали вы, сколько сарказма было в высказываниях противников гена, как жаждали они, одолев эту муху, прослыть победителями слона!

Но позвольте мне спросить вас в свою очередь: кто вправе навязать ученому метод исследования, указывать ему, где и каким способом искать истину? На примитивнейшем, абсолютно бесполезном существе — морской звезде Илья Ильич Мечников впервые наблюдал фагоцитоз, защитную реакцию клетки на вторжение врага. Так родилось учение о невосприимчивости к заразным болезням. А немного раньше Луи Пастер, сидя у пивного чана, первым задумался о причинах брожения, стал размышлять о микробах и, наконец, нашел верный способ защиты от них. Вся современная иммунология с ее спасительными вакцинами и сыворотками ведет начало от той бочки пива и ничтожной личинки морской звезды...

Иван Петрович Павлов тридцать с лишним лет следил за работой слюнной, как он говорил, плевой железки: он увидел в ней отражение переменчивой картины больших полушарий мозга, через железу заглянул в сокровенный мир психики.

Я мог бы рассказать вам, как немецкий бактериолог Фриц Шаудин работал на крохотной многоножке: привив ей микроба, долгие часы наблюдал за каждым движением, годами изучал реакции этой козявки, чтобы потом в один

день по заранее обдуманному плану открыть опаснейший микроб — бледную спирохету.

Дрозофила привлекла генетиков плодовитостью и необычайной быстротой размножения. Уже через полторы недели после кладки из ее личинок вылупляются сотни потомков, которые тут же снова приступают к воспроизведению рода.

За год можно провести через эксперимент десятки поколений, скрещивать признаки в самых прихотливых комбинациях, тасовать гены как бы вслепую, не заглядывая в наследственный аппарат клетки. И по форме мушиных крыл, цвету глаз или окраске брюшка следить за их судьбой, безошибочно определять место и назначение любого гена.

Впервые биолог опустил на такую глубину жизни, проник мысленным взором к мельчайшим деталям наследственной механики. И, нащупав их, стал составлять подробные планы, своего рода топографические карты хромосом: нанес каждый ген на свою, раз навсегда установленную точку и увязал его с определенным признаком.

Но генетики изучали муху, конечно, не ради нее самой. На этой живой модели они искали ключи, отрабатывали подходы к самым сложным загадкам наследственности. И когда селекционер стал скрещивать породистых животных, а микробиолог — выводить для вакцин безвредные штаммы вирусов, когда врач задумался над причинами тяжелых наследственных недугов и начал раскрывать губительные механизмы лучевой болезни, — всем им не раз пришлось вспомнить законы, использовать приемы, впервые открытые на маленькой мушке дрозофиле.

То была поистине всеобъемлющая, универсальная модель жизни. Биолог учился на ней управлять полом потомства, отыскал пару хромосом, загодя определявших, быть младенцу мальчиком или девочкой; генетик определял здесь порядок сцепления генов, увидел, как плотно, точно бусины в ожерелье, снизаны они в хромосоме, и, наконец, задумал перестроить саму хромосому: изменив химическую структуру генов, он стал создавать новые признаки, понемногу менять породу животных.

Искусственные мутации, переделка врожденных задатков, от века данного набора хромосом — это, пожалуй, вершина, Эверест сегодняшней биологии. Отсюда виден день,



когда генетик начнет перестраивать, по собственному плану ваять живую жизнь. Но то будет, а пока это открытие уже спасло немало людей.

Когда английский бактериолог Александр Флеминг обнаружил чудодейственное свойство грибов зеленой плесени — это еще не было открытием пенициллина. Когда биохимик Чейн и физиолог Флори помогли сэру Александру очистить препарат от опасных примесей, сделать его стойким, пригодным к употреблению — это тоже было еще полдела. Лекарство не пришло тогда ни в аптеки, ни в клиники. Сам Флеминг набирал его по крупичкам в лабораториях фармацевтических фирм.

Пенициллин открыли для людей генетики, открыли в прямом смысле, сделав его доступным для всех страждущих. За каких-нибудь десять лет они превратили это драгоценное, экзотически редкое вещество в обыкновенный аптечный товар. А с чего началось?

В тех первых колбах, где рос посеянный изобретателями грибок, пенициллина почти не было, биологи неделями копили его на эксперимент с мышью. О лечении больных никто даже не помышлял; грибок едва управлялся с заказами ученых. То был безнадежный кустарь. Чтобы попасть в заводской чан, стать настоящим, как говорят, промышленным продуцентом антибиотика, ему предстоял длинный путь.

Бесконечные пересевы, отбор, испытания и снова рассев на множество сред, в тысячи колб и пробирок — все эти сложные, годами тянувшиеся процедуры выявляли иногда деятельный, активный штамм. Но что это была за активность! Один укол съедал чуть ли не годовую продукцию грибка.

Нет, не желал этот упрямец трудиться на человека. Как селекционеры ни ублажали грибок, какой ни предлагали рацион, комфорт — ничто не могло заставить его по-настоящему повысить выработку препарата. Лишь загнав плесень в глубь колбы, рассеяв ее по всей питательной жидкости, ученые смогли удвоить выход пенициллина. А требовалось по крайней мере удесятерить, каким-то чудом наладить серийный выпуск лекарства. Шел третий год войны.

Но грибок трудился по-мирному, и некоторые микробио-

логи настолько разуверились в нем, что объявили пенициллин вообще несбыточной мечтой, лекарством для мышей.

В это время зеленой плесенью заинтересовался американский генетик Мирослав Демерец. По роду своих занятий он был очень далек от грибковых спор, изучал главным образом дрозофилу. И уж, конечно, меньше всего думал о лекарствах. Но вышло так, что с этой знаменитой мухой связан первый большой успех охотников за пенициллином.

У него интересная история.

В июле 1927 года учитель Демереца, известный генетик Герман Джозеф Меллер, опубликовал статью «Искусственная трансмутация генов». Короткая, всего в четыре страницы, она извещала ученый мир, что автор, облучив дрозофилу, вызвал у нее новые признаки, переходящие к потомкам. И все.

Спустя девятнадцать лет Меллеру присудили за это открытие Нобелевскую премию. Не знаю, почему шведским академикам понадобилось так много времени, возможно, они ждали опровержения. Зато генетики сразу оценили открытие Меллера. В сентябре того же 1927 года они шумно приветствовали его на конгрессе в Берлине. И никто из них не сомневался, что этот лысеющий, тридцатисемилетний американец нашел наконец способ фабричного изготовления наследственных признаков.

Это было первоклассное открытие, первая удачная попытка захватить власть над генами.

Ведь как бы ни были часты естественные мутации, сколько ни менялся бы генный набор живого организма или растения, они дают селекционеру очень небольшой выбор. Полезная мутация — это творческое усилие, рывок природы. Но ждать его приходится порой целую жизнь. Все домашние животные, культурные растения с великим трудом отобраны из таких внезапных, по прихоти случая мутировавших видов. За тысячи лет люди накопили лишь несколько десятков хозяйственно ценных мутаций. Нельзя сказать, что природа была к нам очень щедра.

Облучение как бы ускорило бег времени, в сотни раз повысило изменчивость. И пусть Меллер начал на мухах, получил за несколько месяцев пятнадцатилетний запас мутаций дрозофилы, — все понимали: дело идет о создании новых, более продуктивных пород животных и растений.

Демерец испытал силу рентгеновских лучей на спорах

плесневого грибка. И сразу вдвое поднял его активность. Конечно, и тут селекционеры отбирали из тысячи колоний одну, но теперь у них был огромный выбор. Проникнув лучом к наследственному аппарату грибка, они могли несчетно менять его признаки, искать среди множества новых, свежесготовленных штаммов самый активный продуцент пенициллина.

То был успех, счастливый старт радиационной селекции. Рентгеновские лучи будто пробили брешь в тупике. И когда к ним прибавились открытые московским генетиком Иосифом Абрамовичем Раппопортом химические ускорители мутаций, грибок не выдержал, стал набирать темп.

Пятьсот... тысяча... пять тысяч единиц активности. Недавно пришло известие, что получен штамм, дающий двадцать пять тысяч единиц. Если бы невозмутимый сэр Флеминг подошел сейчас к заводскому чану, он, вероятно, надолго потерял бы спокойствие. И дело, конечно, не в цифрах: за ними тысячи спасенных жизней. Только в нашей стране радиационные штаммы профессора Соса Исааковича Алиханяна и Софьи Юльевны Гольдат втрое подняли выработку пенициллина. Эти продуценты работают сейчас на заводах Чехословакии, Румынии, Болгарии, Венгрии. А ведь есть еще биомицин, тетрациклин, эритромицин — десятки новых лекарств приняли врачи из рук генетиков.

Да, открытия Меллера и Раппопорта решили судьбу этих лекарств. Но не только их судьбу. Иной грибок, попав под проникающий луч или в колбу с реактивом, начинает усиленно нарабатывать витамины — бета-каротин или знаменитый  $B_{12}$ ; другой выделяет лимонную кислоту, третий — фермент спиртового брожения. Даже стероидные гормоны можно добывать из микробов. Грибки словно соревнуются в сверхсинтезе. И самое интересное: каждый такой рекордсмен передает свою повышенную продуктивность потомкам, становится родоначальником длинного ряда высокоактивных штаммов.

Поистине радиомутанты скоро вытеснят многих природных производителей. Уже вытесняют: в Институте атомной энергии имени И. В. Курчатова выведен микробный штамм, дающий триста норм лизина — аминокислоты, увеличивающей привес животных на целых двадцать пять процентов. По-моему, ученых следует поздравить с редкой удачей: охота за микробом принесет тонны мяса.

...Но не одним мясом кормит нас эта щедрая наука. Четвертую часть урожая дают селекционные сорта пшеницы, риса, ячменя, ржи; я мог бы назвать вам десятки других злаков, выведенных чисто генетическими приемами скрещивания и отбора. Одна из лучших пшениц мира «безостая-1» получена гибридизацией отменного русского сорта «лютесценс» с пшеницей из Аргентины. Лауреат Ленинской премии Павел Пантелеймонович Лукьяненко в нескольких поколениях отбирал гибриды, годами шлифовал, коллекционировал ценные свойства обоих сортов, пока не вывел эту сильную, с алмазными зернами пшеницу.

Нелегкий, истинно ювелирный труд! Но селекция — удел терпеливых: здесь порой и четверть века не срок.

Радиогенетика намного сократила его, позволила селекционеру быстро менять, комбинировать признаки, по собственному плану конструировать растение. И порой создавать формы самой природе на зависть. Только полигибридная свекла дает на Кубани тысячи тонн сахара сверх нормы. А высокоурожайные хлеба! А полиплоидная гречиха, приносящая в каждой тысяче зерен 12 добавочных граммов!

От ничтожной мухи дрозофилы до миллиардов дополнительных пудов зерна — вот путь, пройденный генетикой за какие-нибудь двадцать пять лет.

Впрочем, в науке такое не редкость. Я вспоминаю карикатуру в одной немецкой газете тридцать третьего года: немощный физик изо всех сил бьет молотом по атому, и подпись: «Зело крепкий орешек».

Орешек действительно был тверд, но внутри него таилась вся ядерная физика. И не раз уже ее отвлеченные, с виду совсем заоблачные теории молнией озаряли наши житейские, вполне земные проблемы.

Так и в генетике, где самые абстрактные исследования вдруг обернулись тоннами хлеба, красивейшими мехами, шерстью, шелком — словом, нашли бесчисленные выходы в жизнь. Я осмелюсь сказать, что генетикам все-таки удалось сшить из дрозофилы шубу, ибо именно они объяснили животноводам, почему в помете каракульской овцы гибнут серые ягнята, поставщики знаменитых смушек «ширази».

У этих драгоценных ягнят наследственность оказалась отягощенной: они от рождения несли в себе леталь — смертельный ген. И самое печальное, что как раз этот ген-убийца

передавал в потомство признак «ширази». Возникла драматическая ситуация: наследственная частица, украшавшая новорожденного ягненка густой, стального отлива шерстью, тут же губила его. Для овцевода здесь тупик. Для генетика — повод к размышлениям.

Генетик-селекционер Яков Лазаревич Глембоцкий посоветовал чабанам скрестить серую породу с черной. И в первом же помете у каждой овцы родились черные и серые ягнята. Все они остались живы. Тут не было никакого чуда, просто Глембоцкий хорошо знал механизм летальных мутаций у дрозофилы, помнил, в каких случаях проявлялся у нее скрытый ген смерти. И воспользовался учением о летальных генах, чтобы спасти новорожденных «ширази».

Немного позже я расскажу, какую роль сыграло это учение в клинике, как помогло оно врачам понять причину внезапной гибели младенца в материнской утробе, но пока речь идет о животных. И о зверях: генетики давно занимаются разведением песцов, норок, ондатр. Еще в тридцатых годах норвежские селекционеры сумели закрепить редкую мутацию рыжей лисицы, им удалось тогда вывести зверька с особым, платинового отлива мехом. С той поры звероводы всех стран охотно пользуются генетическими приемами, чтобы сохранить, закрепить в потомстве самые неожиданные расцветки лисьего, песцового, кроличьего меха. Не только сохранить: селекционер порой может скомбинировать гены по своему желанию и получить задуманный цвет, даже оттенок меха.

Новосибирский генетик Дмитрий Константинович Беляев научил таяжных звероводов выводить то голубую, то бежевую норку, вносить в ее мех нежно-пастельные тона или сапфировую искру — словом, поняв природу, ученый достиг над ней высшей власти: стал управлять наследственностью, генетически синтезировал новые пушные породы.

Не только окраска животного подвластна генетикам, порой они в силах регулировать рождение самцов и самок, как бы по заказу получать потомство заранее намеченного пола. Ведь природа и тут распорядилась по-своему: на свет все время появляется почти одинаковое число мужских и женских особей.

Такое мудрое, с удивительным постоянством сохране-



мое равновесие нужно для поддержания жизни, но человеку оно отнюдь не всегда на руку.

Никто из животноводов, например, не отказался бы утроить приплод телок за счет бычков. Зато в мясном, особенно в бройлерном птицеводстве куда выгоднее индюшата и петушки: вырастая, они весят намного больше курочек. А в яйценосных породах, разумеется, интереснее получать одних несушек. С тонкорунных баранов-валухов настригают вдвое больше шерсти, чем с овец, оленьи панты, разумеется, можно достать только у рогака; в общем, за что ни возьмись, везде огромная хозяйственная неравноценность самцов и самок.

Стоило, очень стоило искать способы искусственного управления полом, нарушить упрямое равновесие в природе.

Однако возможно ли это, изменим ли незыблемый, от века данный порядок?

Поначалу идея казалась неосуществимой. Можно было, конечно, пересадив железы внутренней секреции, вывести породу петухоперых кур или даже заставить козла доиться — все можно, только молока от такого козла не больше, чем мяса от кукарекующих кур. Эксперименты с прижизненной переделкой пола животного раскрыли гормональную кухню организма — этим их значение было исчерпано. Генетики пошли дальше: они навязали зародышу задуманный пол.

Искусно, со знанием тончайшего хромосомного механизма отрегулировали они размножение тутового шелкопряда, заставили его приносить только мужское потомство.

И здесь все дело, оказывается, упиралось в хромосомы, точнее в одну хромосомную пару, которая всегда, во всех случаях жизни определяет, кем быть младенцу — мальчиком или девочкой.

Но сначала об одном фильме из жизни клеток: он имеет прямое отношение к этой тайне.

Главное началось сразу. Когда погас свет и промелькнули первые титры, во весь экран распласталась живая клетка. Съемки застали ее в самый важный, захватывающий момент: она готовилась к продолжению рода. Где-то в глубине ее вдруг шевельнулось, сдвинулось с места ядро, и тут же, словно по свистку, все пришло в движение: клеточные ча-

стицы дрогнули и, как команды перед игрой, стали занимать исходные позиции — поровну расходиться к полюсам клетки. А в самом ядре ее обозначились нежные нити хромосом. Сперва тонкие, длинные, они на глазах укоротились, потолстели и, будто свернутые попарно в спираль, разом повернули к центру, к средней, как бы разделяющей клетку полосе.

Здесь на клеточном экваторе хромосомы выстроились в ряд и — расщепились: каждая произвела себе подобную. Хромосомные пары замерли друг перед другом, потом, словно оттолкнувшись, тоже быстро поплыли к полюсам клетки. А по экватору ее уже перехватил шнурок — первый признак приближающегося раздела...

Как зачарованные следили мы за этим плавным, удивительно похожим на менуэт, танцем хромосом. Но вот они достигли полюсов, все остальное имущество клетки тоже поделено поровну, шнурок натянут — свершилось таинство! Жизнь породила новую жизнь. А немного спустя две дочерние клетки снова вступили в эту старую и вечно юную игру.

Нам показали размножение обычных, соматических клеток тела. Половые, зародышевые ведут себя точно также, но перед дроблением никогда не удваивают число хромосом, а просто делят их между потомками. Так что в каждую новую клетку попадает половина хромосомного набора ее родительницы. Зато когда зародышевые клетки отца и матери сливаются воедино, все опять приходит в норму. И вновь возникшее существо уже до конца жизни несет равное число отцовских и материнских хромосом.

Но не все они одинаковы: в наборе отца есть пара, от которой зависит пол будущего потомка. Это две хромосомы, условно названные «икс» и «игрек». Когда отцовская зародышевая клетка делится пополам, они оказываются в разных половинах. Отныне все во власти случая: попадет в яйцеклетку икс-хромосома — будет девочка, игрек гарантирует рождение мужчины. Словом, судьбу младенца определяет отцовское семя.

Таков механизм, разделивший людской род на две половины. У тутового шелкопряда он устроен немного иначе, но и тут решающую роль играют половые хромосомы.

Этим воспользовались два известных генетика: Борис Львович Астауров и японец Харуо Хасимото. Замечу сразу, что работали они совершенно независимо, японский исследователь начал даже немного раньше, но не спешил публи-

ковать подробности своего эксперимента: коконы самцов на добрую треть шелконоснее самок и способ их выведения был наглухо засекречен.

Астауров нашел собственный путь.

Когда оплодотворенная яйцеклетка шелкопряда только готовилась к делению, ученый наносил ей тепловой удар, избирательно повреждал лишь материнское ядро. И целиком выводил его из строя. Зародыш развивался из двух слившихся ядер отца, наследовал только его признаки и, разумеется, всегда был самцом.

Совершенно необычный способ размножения! Отцовское ядро жило, делилось в материнской яйцеклетке, а сама она оставалась вроде бы ни при чем, не могла передать зародышу ни одного женского признака. Только снабжала его белком.

Впоследствии Борис Львович стал для верности еще облучать яйцеклетку перед оплодотворением, тогда отцовское семя вообще оставалось здесь в полном одиночестве и неизменно давало желанных самцов.

Обнадеживающий эксперимент. И важен он не только сам по себе: шелковичный червь не такой уж крупный объект, да и наследственный аппарат его устроен податливее, чем у других существ. Но тут особенно дорога идея, реальность мечты, казавшейся почти несбыточной. Лишенный материнского начала шелкопряд стал первым живым организмом, на котором удалось доказать хозяйственное значение опытов по переделке пола. А это уже шаг к иным, быть может, более ценным породам животных.

Эти эксперименты оказались интересны еще и тем, что впервые объяснили потаенную суть лучевой болезни, показали, как много значит в ней поражение клеточного ядра.

Опыт был прост. Яйца шелкопряда подвергли сильному облучению. Пятьсот смертельных доз начисто уничтожили в них женский ядерный аппарат. Но даже после такой испепеляющей радиации они принесли потомство от необлученных отцов. Зародыш развился из мужского семени и был, конечно, самцом. Зато когда под радиоактивный луч попало уже оплодотворенное яйцо, смертельной оказалась даже ничтожная доза радиации, ибо здесь гибли сразу оба ядра — отцовское и материнское. Стало ясно, что именно эти клубочки хромосом — главная и невосполнимая жертва облучения.

Так генетики нашли в живой клетке самую нежную, уязвимую деталь, первыми предупредили людей об опасностях атомного века.

Еще долго мог бы я рассказывать об этой молодой, на редкость увлекательной науке. Однако пора назвать человека, создавшего у нас генетику. Ведь такие ученые, как Серебровский, Астауров, Раппопорт на голом месте не рождаются.

## Прозрение будущего

*— Это был поэт, художник мысли!*

*Из беседы.*

По образованию он был биолог, а по призванию — провидец.

Трижды в жизни он забегал мыслью на десятки лет вперед, трижды предсказал открытия, о которых знает теперь весь мир. И трижды сам стоял на пороге этих открытий.

Предвидение было его стихией, какой-то особой формой мышления. Я и сейчас, перечитав все его письма, статьи, речи, проследив его жизнь до последнего дня, я и сейчас не пойму, какая сила подняла его над временем, как мог он из глубины двадцатых годов разглядеть события, поразившие нас в конце пятидесятых!

Никто, решительно никто в ту пору не писал, не говорил и даже не помышлял о молекулярных механизмах наследственности. Ни один биолог не допускал мысли, что в недрах клетки упрятан готовый образец для всех белков — какая-то огромная саморазмножающаяся молекула.

Никто еще не знал, что такие неизменные, из рода в род переходящие молекулы — основа всей жизни на земле.

Впервые об этом сказал 12 декабря 1927 года Николай Константинович Кольцов.

Даже сейчас, сквозь сорокалетнюю пелену времени, я вижу, с каким недоверием выслушали своего старейшину делегаты третьего съезда зоологов. И я понимаю их: догадка Кольцова выглядела в ту пору красивой фантазией, прихотью изощренного ума, за ней не было ни одного достоверного факта.

Стоит ли говорить, что Кольцов оказался прав?

Теперь уже хорошо известно: в глубине клетки действительно работают наследственные молекулы, носительницы всех родовых признаков организма, этикие длинные химические матрицы, с которых он печатает белки, гормоны, ферменты — обновляет все свое достояние.

Из таких гигантских, растянувшихся во всю хромосому цепных молекул собран механизм воспроизведения жизни. Укрытый в гуще клетки, на самом ее дне, он и сейчас таит много загадок, недоступен даже хорошо вооруженному глазу. Кольцов проник к нему мысленным взором.

Свежо, совсем по-сегодняшнему звучат его идеи.

Вот хромосома — в ту пору единственно зримая, неопровержимая деталь наследственной механики. Что думает о ней Кольцов в 1934 году?

«В основе каждой хромосомы лежит тончайшая нить, которая представляет собой спиральный ряд огромных органических молекул — генов. Возможно, вся эта спираль является одной гигантской длины молекулой».

Коротко, а как емко! Молекула-спираль, в которой особым кодом записан план будущего организма, стала теперь символом самого крупного, разительного успеха биологии. Даже в пятидесятых годах ученые смутно догадывались о строении этого готового эталона наследственности. И лишь после тщательного рентгеновского исследования он вырисовался в виде знаменитой спиральной лестницы Уотсона и Крика.

Я далек от желания представить Кольцова первооткрывателем белкового кода, но теперь, когда по этой молекулярной лестнице идет непрерывное восхождение к великой тайне белка, мне хочется лишь напомнить, что первые ее ступени поныне хранят следы замечательного прозорливца.

Впрочем, не только первые, Кольцов поднялся выше: он предвидел механизм реализации кода. «При размножении клетки и хромосомы эта спиральная молекула делится продольно, или, точнее, на нее накладывается под влиянием сил кристаллизационного сцепления второй такой же ряд генов...»

Именно так! Сначала спиральная лестница расщепляется вдоль оси, а потом на каждой ее половине, как на строительных лесах, идет сборка недостающих деталей, строится новая молекула: из одного эталона возникает два, происхо-



дит саморазмножение наследственных частиц, белкового «штампа» клетки. Каков же механизм сборки, почему аминокислоты — детали этой молекулярной лестницы — всегда попадают на свои места? Как они находят свои ступеньки?

И тут ответ его прост и по-своему верен: «Аминокислотные ионы прикладываются своими боковыми сродствами к тем пунктам уже существующих молекул, где находятся соответствующие аминокислоты, совершенно так же, как ионы Na и Ca, рассеянные в водном растворе, складываются в определенную решетку вокруг кристаллика поваренной соли».

Потом он будет писать о силах притяжения и сцепления, превращающих весь этот рой аминокислот в стройную молекулу, различит в ней короткие, повторяющиеся по всей длине звенья, что несут видовые особенности, и, наконец, скажет, что боковые ответвления этой молекулы и есть гены. Но главная мысль везде одна: каждая молекула — из молекулы.

Клетка всегда из клетки, ядро из ядра, а синтез белковых молекул идет на готовом образце. Что это за образец?

Теперь-то мы знаем: дезоксирибонуклеиновая кислота — ДНК. Огромная многоярусная молекула этой кислоты вобрала в себя тысячи чертежей, рабочих команд — всю архитектуру тела. Программа постройки любого гормона, фермента, конструкция каждого белка зашифрованы особым химическим кодом в самом строении ДНК.

Но Кольцов ошибся, он прошел мимо этого невидимого зодчего, посчитал молекулу ДНК слишком однообразной, схожей у разных организмов — словом, полагал, что белок кристаллизуется всегда вокруг белковой же молекулы.

Обидная ошибка, но у каждого времени свои методы, свой потолок научного поиска. Кольцов выдвинул необычную, фантастически смелую гипотезу и постоянно думал об экспериментальной проверке. Он даже наметил план контрольного опыта: предложил синтезировать сложные органические молекулы и, создав специальные условия, ввести эти молекулы в раствор аминокислот. Каждая синтетическая молекула должна была, по его мысли, стать затравкой, своего рода эталоном, на котором построится ее копия.

Осуществить опыт Кольцов не смог, но спустя тридцать лет американский биохимик Корнберг на другом уровне и, конечно, другими средствами сделал такую попытку. В рас-

твор, где плавали обломки ДНК—«кирпичи» недостроенной молекулы нуклеиновой кислоты, он ввел ее готовый образец. И добавил специальный фермент. Осколки тут же сцепились, в точности скопировав эталон. Из хаоса стройматериалов, молекулярного щебня возникла настоящая молекула ДНК. Корнберг стал испытывать разные образцы: добавлял в раствор нуклеиновую кислоту вирусов, бактерий, мышечной, печеночной ткани. И всякий раз вновь синтезированная ДНК целиком повторяла строение затравочной, была ее точнейшим дубликатом.

Так был раскрыт секрет самоудвоения нуклеиновых молекул, генов, всего наследственного аппарата клетки. Подтвердилось предвидение Кольцова о химических матрицах жизни.

Удивительны судьбы генетики! Как часто самые яркие идеи ее, самые счастливые озарения оставались нераспознанными, словно затонувшие корабли, десятилетиями ждали своего часа. Забытые на полвека законы Менделя, наследственные молекулы Кольцова, центровая теория гена, идея его дробимости, еще тридцать лет назад доказанная Николаем Петровичем Дубининым,—ничего не пропало, все нашло свое место. Но с каким опозданием! А между тем сколько бесплодных дискуссий, наспех сколоченных проблем годами занимали целые лаборатории, вовлекали их в долгие, безуступчивые споры.

Но говорят, в науке всегда правы оптимисты: прогресс ее в конце концов превосходит все ожидания.

Не буду сравнивать, да и несравнимы они, но когда я думаю о Николае Константиновиче Кольцове, память невольно подсказывает другое имя: Павлов!

Я знаю, они не были близкими друзьями, после смерти их пытались даже объявить противниками. Время далеко разметало эти имена, сделало чуть ли не символами враждующих школ. И все же не было в нашей науке имен более созвучных, чем Павлов и Кольцов.

Конечно, они были очень непохожи, слишком своеобразны, чтобы во всем сразу приходить к полному согласию. Но редко у кого встретите вы такую всепоглощающую, пожиз-

ненную преданность научной идее, такой широкий размах мысли, столь тщательную, ювелирную отделку эксперимента.

Клетка и мозг — самые сложные живые механизмы. Никто не проник в них глубже Кольцова и Павлова. И вот на этой океанской глубине жизни произошел у них однажды интересный спор.

В 1922 году молодой врач Студенцов получил задание выработать у мышей условный рефлекс: зверьки должны были приходить по звонку к кормушке. Для сотрудника павловской лаборатории поручение довольно обычное. Новизна его состояла лишь в том, что никто здесь не пытался получить рефлекс у мыши, все павловцы работали до сих пор с собаками.

Студенцов принялся за дело и сразу понял, насколько оно сложно. Пятьдесят, сто, двести опытов, он звонит, кормит мышей — никакого результата, без пищи они словно глухи к условному сигналу. И только после трехсотого опыта несколько зверьков уловили связь между звонком и кормлением — у них упрочился условный рефлекс.

Опыт так затянулся, что за это время у мышей родилось потомство. Когда оно подросло, Студенцов продолжил с ним тот же эксперимент. И был поражен: детеныши обученных мышей стали приходить по звонку после ста опытов. Третье поколение мышей выработало рефлекс на пятидесятом опыте, пятое стало прибегать к кормушке после восьми сеансов обучения. Словом, вывод напрашивался сам: способность вырабатывать условный рефлекс передается по наследству. Может быть, даже сам рефлекс скоро станет врожденным, и мыши, появляясь на свет, готовы будут по первому сигналу бежать к кормушке.

Приобретенный признак наследуется! Это крупное открытие. Студенцов поспешил сообщить о своих наблюдениях Павлову.

Иван Петрович, конечно, знал, что генетики начисто отрицают передачу в потомстве благоприобретенных свойств. Но помнил он и нашумевшие опыты Броун-Секара. Еще в конце прошлого века французский физиолог объявил, что морские свинки после повреждения спинного мозга рожают детенышей-эпилептиков. Никто, правда, тогда не сумел повторить этот опыт, вызвать у свинок наследственную эпилепсию. Но не было и серьезных возражений.

Сообщение об экспериментах Студенцова попало в печать.

Кольцов прочитал о них уже в газете и сразу усомнился в чистоте опыта. Электрический звонок мог подействовать на слух мыши, оставить в ее мозгу какой-то след, как говорят, проторить условную связь. Но при чем здесь наследственность? Ведь если поверить Студенцову, что рефлекс переходит к потомкам обученных мышей, становится их врожденным свойством, значит, обычный звук проник в глубь зародышевых клеток, вызвал здесь какую-то сложную перестановку генов. Это невозможно. Тогда вывод еще более странен: гены здесь вообще ни при чем — рефлекс наследуется помимо них!

Судите сами, как все это взбудоражило Кольцова.

В том году он был в Петрограде на съезде зоологов и в первый же вечер пошел к Павлову. Представляю сейчас эту встречу.

Семидесятитрехлетний Павлов, первый физиолог мира, в своей лаборатории, где все его трепетало, выслушивает очень вежливые, осторожные, но весьма определенные возражения коллеги. Говорят, старик свиреп, нетерпим к инакомыслящим, беспощаден к ослушникам. Кольцов перечит ему? Что ж, тем хуже для Кольцова.

Так думаю я, на самом деле Павлов — весь внимание. Уже целый час он слушает гостя, порой возражает, говорит, что генетика не его дело. Спор о наследовании признаков ему непонятен: он — физиолог, слуга фактов. И, сразу просветлев, начинает рассказывать о своих опытах. Но Кольцов, видно, решил не уступать, — дело нешуточное: в выводы вкралась ошибка, серьезная и, право же, совсем нелепая.

У Студенцова не было навыков, никогда прежде он не тренировал мышей и теперь с каждым разом набирался опыта, а под конец стал вырабатывать рефлекс, как положено, с пяти сеансов. Так что долгое время учились не мыши, а сам экспериментатор!

Павлов смеется, машет руками, потом, сложив их ладонями, вытягивает на столе и снова возвращается к своим опытам. Кольцов ушел успокоенный: выводам Студенцова здесь никто не придает значения.

Спустя несколько месяцев Павлов рассказал о них в Лондоне на Всемирном конгрессе физиологов. Делегаты, видно,

плохо разбирались в генетике, авторитет старейшины физиологов был непререкаем — доклад сошел тогда благополучно.

Из Англии Павлов отправился в Америку и тут на лекции в Нью-Йорке встретил наконец достойного оппонента. То был глава генетиков Томас Морган, который без труда объяснил, почему мыши не могут передавать вновь приобретенный признак.

Но прошло три недели, и в журнале «Science» вышла статья, подписанная Павловым, — снова речь шла об этих злосчастных мышах. Павлов предсказывал, что, вернувшись домой, застанет шестое или седьмое поколение уже с унаследованным рефлексом: мыши сразу после рождения будут отзываться на звонок — условный рефлекс станет безусловным.

Тут Кольцов не вытерпел, он опубликовал опровержение и послал оттиск статьи Павлову. А через год сам явился к нему, прихватив для надежности немецкого физиолога Фохта. Что ни говори, Кольцов был на четверть века младше, да и не в возрасте дело, здесь робели и старики. Пришли. Павлов стоит около привязного станка, что-то объясняет лаборантам, вдруг увидел Кольцова, и первые слова его:

— Вы были правы, я знаю собак и буду работать только с ними!

Потом он пригласил гостя в виварий и показал, как мыши от необученных родителей через пять опытов тоже прибегают на звонок.

Таков был Иван Петрович. И, конечно, я рассказал эту историю совсем не для того, чтобы умалить его авторитет. Всякий может случайно пойти ложным путем, но только настоящий исследователь умеет понять это и, не пощадив себя, исправить ошибку.

Павлов умел. На пожелтевшем листе «Правды» от 13 мая 1927 года я прочел коротенькое письмо:

*Первоначальные опыты с наследственной передачей условных рефлексов у белых мышей при улучшении методики и при более строгом контроле до сих пор не подтверждаются, так что я не должен причисляться к авторам, стоящим за эту передачу.*

*С истинным уважением  
Ив. Павлов.*

...Последний раз они виделись в тридцать четвертом году в Колтушах. Павлов жил здесь один, присматривал за постройкой лабораторий, питомников, рассаживал вокруг них кусты и неотступно думал о новых опытах. Та история со Студенцовым навела его на интересные мысли.

Уже давно приглядывался он к своим собакам, заметил, как резко, совсем по-человечьи несхожи их темпераменты. Навидался он на своем веку и визгливых брехунов, и покорных, всегда с опущенными хвостами дворняг, и угрюмых бродячих псов, и подлиз, и ласковых хитрецов, и просто блажных шавок. Откуда вся эта пестрота, разнообразие повадок, реакций на условные раздражители? Почему одна собака бежит к станку, виляя хвостом, а другая огрызается, тянет назад? Как наследуются рефлексy, типы нервной системы, как вообще лепятся характеры?

Конечно, тогда он сильно ошибся: условный рефлекс не закрепляется в потомстве. Но разве не он сказал, что неудачный опыт порой может привести к новому открытию? Надо поставить длительный эксперимент, изучить темперамент нескольких поколений собак.

Павлов замыслил большой генетический опыт. В конце жизни он, как Дарвин, все чаще задумывался над наследственностью, хотел уловить законы формирования человеческого характера. И в это время к нему приехал Кольцов. Представляете, какая была встреча! Я не знаю, о чем они говорили, непосильная задача — домысливать сейчас за этих великанов. Расстались они поздно, очень довольные разговором; затевалось большое дело.

Павлов устроил в Колтушах Институт генетики высшей нервной деятельности и, чтобы ни у кого не было сомнений относительно его взглядов, поставил здесь памятник Грегору Менделю.

Уже после смерти Павлова жена его, Серафима Васильевна, написала Кольцову: «В свое время Иван Петрович много и с удовольствием рассказывал нам о Вашем последнем посещении его лаборатории... Ваши дружеские беседы доставили ему большое удовольствие».

Но еще перед смертью своей Павлов похоронил сына Всеволода. И тут над гробом его снова вспомнил о генетике.

Всеволод Иванович умер от рака — болезни, как тогда полагали, наследственной в роду Павловых. И потому Иван Петрович опять призвал врачей задуматься над генетиче-

скими истинами, установить причину врожденных недугов, чтобы на корню уничтожать патологические гены.

— Жизнь требует всемерного использования открытых Менделем законов наследственности,— сказал Павлов.

А вечером к нему пришел корреспондент «Известий» и услышал:

— Врач должен, как азбуку, знать законы наследственности. Воплощенные в жизнь, они избавят человечество от многих скорбей и горя.

Истинное прозрение! Уже известно около полутора тысяч врожденных недугов. Вызванные поломкой хромосомного или генного аппарата, эти наследственные, как теперь говорят, молекулярные болезни зависят иногда от мельчайших изменений в половых клетках родителей, от самых пустяковых опечаток в химических матрицах жизни. Такая ошибка может иной раз надолго задержать умственное развитие ребенка, превратить его в инвалида, неизлечимого идиота, а порой и вовсе убить в материнской утробе.

Павлов был прав: большое горе таят иногда нарушения клеточной механики. И очень жаль, что генетические истины так долго ждали признания, ведь многие из них были впервые высказаны именно в нашей стране.

— Советский Союз с полным правом может гордиться тем, что, несмотря на многочисленные насущные материальные нужды, преодолеваемые им в процессе построения великого нового общества, он сумел поднять ряд разделов теоретической науки, и в том числе генетику, до уровня, который всеми признается столь же или даже более высоким, чем уровень этих наук в других странах. Заграничные друзья Советского Союза — а среди генетиков искренних друзей СССР особенно много — гордятся этим доказательством триумфального шествия идущей здесь цивилизации.

Так говорил в 1936 году Г. Дж. Меллер. И это была правда, ибо даже открытие самого Меллера было предсказано, можно сказать, предрешено советскими генетиками: еще за два года до его знаменитой статьи Г. А. Надсон и Г. С. Филиппов заставили микробов мутировать под рентгеновским лучом. Но сама идея зародилась еще раньше.

И опять я возвращаюсь к моему герою, снова буду говорить о Николае Константиновиче Кольцове. Уж так вышло, что самые значительные начинания, самые большие открытия в нашей биологии связаны с его именем.

...Сейчас даже не верится, но факт неоспорим: накануне революции в Москве не было ни единого генетика. На Первом генетическом конгрессе в 1913 году Россию представлял один человек — финн Федерлей. И это неспроста: наука о наследственности встретила у нас на первых порах очень холодное, почти враждебное отношение. Родившись в начале века, она целое десятилетие была в России неизвестна, университетские профессора не читали даже курса общей генетики. И все потому, что усмотрели в ней какое-то противоречие дарвинизму.

Подозрительность понятная: русские биологи много лет вели борьбу за дарвинское учение, привыкли к картине эволюции, составленной методами прошлого века — наблюдением и сравнением, а тут новая наука предложила им факты, добытые в точном эксперименте, не сразу ложившиеся в старую схему. Сопротивление было вполне естественно. Когда факты не совпадают с привычной теорией, им порой приходится очень худо.

Кольцов решил изменить отношение к генетике. Он организовал первый в нашей стране Институт экспериментальной биологии и объявил наследственность его главной, боевой проблемой. 19 февраля 1916 года на собрании учредителей этого института он произнес речь, которую сам впоследствии назвал пророческой.

Кольцов говорил об искусственном изменении видов, о создании новых форм растений и животных. Вот его слова:

— Великая задача превращения видов путем эксперимента, конечно, будет поставлена и, я не сомневаюсь, разрешена. Самый надежный путь к решению этой задачи намечается мутационной теорией. Надо найти способ путем сильной встряски зачатковых клеток изменить их наследственную организацию и среди возникших при этом разнообразных форм отобрать способные к жизни, а потом упрочить их тщательным отбором.

Торжественный то был момент. Мало кто в мире задумывался тогда о силе, способной перетряхнуть наследственный аппарат клетки, нарушить извечный порядок генов. А в особняке на заснеженном Сивцевом Вражке молодой русский профессор намечал путь, которым шла вся радиогенетика — от Меллера до наших дней.

— И я верю, что нам уже недолго ждать того времени, когда человек властной волею своей будет создавать



новые жизненные формы. Это самая существенная задача экспериментальной биологии, которую она может уже не откладывать в далекое будущее.

Институт был открыт в августе 1917 года; спустя несколько месяцев молодые биологи Дмитрий Ромашев и Николай Тимофеев-Ресовский получили задание испытать на дрозофиле действие рентгеновских лучей. Можно было применить десятки других способов, годами блуждать вокруг цели. Кольцов выбрал облучение: он уже тогда знал, что мутацию быстрее всего вызовет редкая в природе сила, против которой клетка еще не выработала защитных приспособлений. Ближе всех подошел он к тайне искусственного мутагенеза.

И снова судьба остановила его на пороге большого открытия. Безошибочно угадав мутагенный фактор, Кольцов не смог проверить свою догадку в эксперименте. У него не было ни приборов, ни литературы, не хватало даже мух, нужных для этой работы.

В двадцать втором году Меллер привез в Москву уже готовые мутации дрозофилы, а спустя пять лет рассказал коллегам о своих тщательно засекреченных опытах; он тоже работал с облученными мухами и за это время научился безошибочно отличать истинные рентгеновские мутации от обычных, вызванных случайными причинами. С величайшей точностью улавливал он у потомков облученной дрозофилы новые признаки, подсчитывал их частоту, как бы прослеживал судьбу мутировавших генов. Отсюда и началась радиогенетика.

Что ж, говорят, мысль вполонину принадлежит тому, кто сумел придать ей настоящую цену. Заслуга Меллера неоспорима. Но здесь я хотел лишь напомнить о другой, быть может, не менее примечательной половине этого большого открытия.

Что было дальше? Кольцов уступил первенство, оставил рентгеновские лучи американцам?

Ничуть не бывало: опыты шли с возрастающим размахом, кольцовский музей мутаций дрозофилы стал вторым в мире, эксперимент Меллера первыми подтвердили московские генетики. Тут выросла целая школа: Сергей Сергеевич Четвериков, Александр Сергеевич Серебровский, Николай

Константинович Беляев, Борис Львович Астауров, Николай Петрович Дубинин, Владимир Владимирович Сахаров, Николай Николаевич Соколов — цвет советской генетики.

Кольцов щедро дарил им свой талант, свои идеи, вместе с учениками искал новые приемы управления наследственностью. Молодой Раппопорт впервые задумался здесь над мутагенной силой химических препаратов, Сахаров исследовал действие йода, Дубинин постигал виртуозную технику генетического эксперимента, учился дирижировать наследственностью с помощью хромосомной палочки, а рядом два молчаливых друга, Сидоров и Соколов, не глядя в микроскоп, простым скрещиванием свернули ее в кольцо, изменили от века данную форму хромосомы.

У Кольцова нельзя было плохо работать, к нему шли не ради диссертаций, здесь каждый защищал право быть его учеником.

— Я до сих пор не могу разобраться в своих впечатлениях, — сказал ему в 1930 году генетик Рихард Гольдшмидт. — Я увидел у вас такое огромное количество молодежи, интересующейся генетикой, какого мы не можем представить себе в Германии. И многие из этих молодых генетиков так хорошо разбираются в сложных вопросах, как у нас лишь несколько специалистов.

Кольцов мог гордиться своей школой. Не было, кажется, в нашей стране сельскохозяйственного вуза, селекционной станции, где не работали бы его ученики — из Московского университета, где он преподавал тридцать лет, с Высших женских курсов, из Городского университета Шанявского, где он вырастил Михаила Завадовского, Григория Роскина, Александра Серебровского. Одно время ученики Кольцова руководили пятью кафедрами в Московском университете. Трое его сотрудников стали академиками.

В конце двадцатых годов уже внучатое поколение кольцовцев стало входить в большую науку. Двадцатипятилетнему Дубинину он доверил генетический отдел своего института, в молодом Астаурове разглядел прирожденный талант экспериментатора. И не ошибся: Борис Львович Астауров и Николай Петрович Дубинин давно создали свои школы, развили собственное направление в науке. Я не преувеличу, если скажу, что из ворот старого особняка на улице Обуха, где после революции обосновался институт Кольцова, вышла добрая половина советской генетики.

...Кольцову седьмой десяток. Он признан, знаменит, читает лекции в Сорбонне, принимает гостей из американских университетов. Вера Мухина лепит его бюст, Качалов приглашает на премьеру. Но генеральства в нем нет. У науки две стороны: парадная и рабочая. Он отдавал дань первой, но жил на второй. Жил в прямом смысле: квартира Кольцова помещалась под лабораторией. Иногда днем, случилось, и ночью сотрудники стучали палкой об пол, звали его наверх: они работали как раз над спальней Кольцова. И, постучав, вскоре слышали его пришаркивающие шаги. Отдышавшись, он только просил:

— Пожалуйста, не позже двенадцати.

Но когда опыты затягивались, возвращался к себе далеко за полночь, а с утра — свежий, с капельками воды в седых волосах был снова за рабочим столом.

Ночью он читал журналы — немецкие, английские, французские, итальянские. Утром по дороге в кабинет раздавал их сотрудникам: «Тут есть для вас интересная статья!» В библиотеке института до сих пор хранятся журналы с его пометками: «Астаурову», «Малиновскому»...

— Легкий, стремительный был человек! Когда шел он по коридору, словно ветерок гулял за ним, — сказал о Кольцове Леонид Максимович Леонов.

А сотрудники знали его другим: всегда ровный, сдержанный, даже чересчур рациональный, он был для них воплощением духа науки.

— Строгий экспериментатор, неподкупный слуга факта.

— Любитель помечтать, фантазер до мозга костей!

— Порывистая, бесконечно увлекающаяся натура!

— Уж очень был трезв, суховат...

— Педантичный энциклопедист.

— Это был поэт, художник мысли!

Я расспрашивал о Кольцове многих людей, беседовал даже с его личными врагами — каждый сообщал ему черты, совершенно менявшие мое старое представление об этом человеке. И тогда я понял, что они правы, эти противоречивые свидетели: Кольцов не мог быть со всеми одинаков. Иначе это был бы не он, а кто-то другой. Его меняло не время, не житейские обстоятельства — он всегда был сильнее их, — его меняли люди, которых он умел привечать и отчуждать, его меняли идеи, его менял дух вечного искателя, который он не мог да и не хотел побороть в себе. И потому он

был фантазером, снимавшим шляпу перед фактом, был в науке педантом, мыслителем и поэтом.

Если бы я захотел описать его — галстук бабочкой и не новый, но тщательно отглаженный сюртук, в котором он читал лекции, или толстые чулки, натянутые поверх бриджей, придававшие ему вид путешественника или канадского фермера, — если бы я стал рассказывать, как необычно читал он свои знаменитые лекции с цветными мелками, не замечал опаздывающих студентов, как был на экзамене свободен и прост: «Расскажите, коллега, что вы знаете», — если бы, говорю я, удалось передать эти беглые черты, вы и тогда не увидели бы Кольцова.

Он относился к тем людям, которых нужно изображать, а не описывать: портрет Кольцова — в его делах, мыслях, поступках.

Смолоду он не любил спешить: гимназию кончил в восемнадцать, университет — на двадцать четвертом, магистром стал накануне тридцатилетия; избрав академическую карьеру, долго был равнодушен к профессорскому званию. Он работал в Киле, Гейдельберге, Неаполе, на русской биологической станции в Вилла-Франке — написал диссертацию, но, приехав в Москву, отказался ее защищать. Декан назначил диспут на январь 1906 года, сразу после восстания на Красной Пресне, в разгар студенческой забастовки. Защищать диссертацию в такие дни, да еще при закрытых дверях! Кольцов решил обойтись без докторской степени.

Декан, вероятно, не знал, что заведующий анатомическим кабинетом приват-доцент Кольцов — член подпольной организации, что в его кабинете собирается студенческий комитет, который руководит забастовкой, составляет коллективные протесты, воззвания к солдатам, печатает на портативном мимеографе листовки.

В день открытия Государственной думы полицейский наряд прямо в типографии конфисковал весь тираж книги Кольцова «Памяти павших». Преподаватель университета писал о внезапных облавах в аудиториях и поспешных расстрелах студентов в подвалах и на пустырях, о черносотенных «патриотах», избивавших курсисток нагайками, о казачьих есаулах, рубивших людей до пояса: «Кто подсчи-

тает, сколько сотен, может быть, тысяч жертв были вырваны из среды Московского университета за последние десятилетия?»

Кольцов не знал Николая Баумана, убитого 18 октября, но был среди тех, кто провожал его: «Десятки тысяч народа в строгом порядке с пением похоронного марша и с красными флагами прошли через весь город... Утром с Пороховской фабрики двинулась навстречу шествию, чтобы принять участие, большая толпа рабочих. Когда они дошли по Никитской до Моховой, они остановились перед Университетом, чтобы приветствовать это здание, давшее им приют для собраний и митингов во время забастовки, чтобы приветствовать московское студенчество. Не страшно за будущее русской высшей школы, если у нее народились уже такие союзники».

После такой «диссертации» никто уже не напоминал ему о защите. Отношения с профессурой были испорчены.

В 1911 году реакционная университетская реформа заставила Кольцова перенести лабораторию с Моховой на Миусскую площадь, в Городской университет Шанявского, и вслед за ним сюда потянулись студенты — Александр Серебровский, Григорий Роскин, Михаил Завадовский. Создалось ядро новой биологической школы. «Мы хотели всю жизнь посвятить изучению клетки», — писал о своей группе Кольцов.

Но клетка — целый мир, и изучать его можно по-разному. Готовить, например, тончайшие срезы, наблюдать их в окуляре микроскопа, подробно описывать калейдоскопическую смену зрелищ, годами сравнивать, сортировать, раскладывать по полкам...

Кольцов видел однажды в Колонном зале Толстого. Был съезд русских естествоиспытателей, и Лев Николаевич пришел послушать своего старого друга ботаника Цингера. Пришел, сел с краю президиума, слушал внимательно и потом написал: «Ботаники нашли клеточку и в клеточках-то протоплазму, и в протоплазме еще что-то, и в той штучке еще что-то. Занятия эти, очевидно, долго не кончатся, потому что им, очевидно, и конца быть не может, и потому ученым некогда заняться тем, что нужно людям. И потому опять, со времен египетской древности и еврейской, когда

уже была выведена и пшеница и чечевица, до нашего времени не прибавилось для пищи народа ни одного растения, кроме картофеля, и то приобретенного не наукой».

Трудно было спорить с Толстым, по тем временам он, хоть и преувеличивал, в общем был прав: наука, перегруженная мелочами, очень медленно двигалась к цели.

Кольцов избрал иной путь: он хотел понять организацию клетки, не описывать, а объяснять, подвести ее устройство под общие законы физики и химии. Здесь, в лаборатории на Миусах, зародилось новое биологическое направление, названное теперь биофизикой.

Конечно, тут не было еще ни осциллографов, ни ультрацентрифуг, ни электронного микроскопа. Но ведь большие открытия зависят главным образом от умения проникать в суть вещей, от свежего взгляда на вещи.

Кольцов задался неожиданным вопросом: что лежит в основе клетки, на чем держится эта микроскопическая капля жизни? Почему не сплющивается она под тяжестью тела, отчего так постоянны, словно расчисленные светила, ее мельчайшие гранулы, ядрышки, тельца? Он создал теорию клеточного скелета — опоры, на которой зиждется сама жизнь.

Это был всеобщий принцип, иногда его называют законом Кольцова. Биологи с одинаковым успехом пользовались им, чтобы понять форму простейшей инфузории и объяснить строение нейрона или мышечного волокна.

В микроскопических дебрях клетки, в хитросплетении всевозможных балок и перекладин, в далеких созвездиях едва видимых частиц Кольцов разглядел строгий порядок, увидел гармонию живого тела. Немецкие и американские биологи в ту пору высоко оценили его открытие. В Эдинбурге он был избран почетным членом Королевского общества — шотландской Академии наук.

Клетка стала для Кольцова окном в глубь жизни, весь век искал он здесь ответ на ее бесчисленные загадки. И все же эта бездна не поглотила его целиком.

Гормоны и пересадки органов, химические свойства крови и механика нервного импульса — его интересовало все, чем жила биология. Стоило появиться где-нибудь новой идее, Кольцов тут же подхватывал ее, строил свои планы,

ставил эксперименты. Его помощники развивали данное им направление: Завадовский занялся гормонами, Скадовский — гидробиологией, Роскин стал первоклассным гистологом. А учитель их на годы ушел в генетику.

И тут снова сказалось удивительное свойство, как бы двойной ход его мысли: трезвость, строгий расчет и неумная фантазия. Он устроил под Звенигородом опытное хозяйство, выводил здесь породистых овец, орловских несушек, закреплял хозяйственные преимущества быков-рекордистов, и поставил дело так, что к нему приезжали со всей России: тут было чему поучиться. И рядом со всей этой земной, насущной заботой в нем жила высокая мечта. Кольцов хотел управлять наследственностью человека, изменить ее к лучшему. Он увлекся евгеникой.

Кольцов хотел избавить людей от скрытых зачатков болезней, годами обдумывал, как избежать врожденной глухоты, слабоумия. Знаток генетики, он, как Павлов, мечтал оборвать эстафету пагубных генов.

Его обвинили в расизме. Он недоумевал: есть родовые, фамильные недуги, отчего же не изучить, как передается здоровье, сила, ум, даже одаренность. И составлял родословные талантливых людей, доискивался их предков, хотел понять, какими путями переходят к человеку музыкальность, слух, дар слова.

Конечно, он понимал, что евгеника не очень точная наука, вернее, даже не наука, а перечень довольно условных рекомендаций. Но с чего-то ведь нужно было начать: воздействовать на зародышевые клетки медики не могли, лечить наследственные недуги не умели, оставалось одно — научиться как-то предупреждать их.

Кольцов искал выход и старался привлечь к этому делу побольше разных специалистов — врачей, биологов, статистиков; он уже тогда понимал, как сложна эта проблема. Но в начале двадцатых годов, когда он основал Евгеническое общество, «Русский евгенический журнал», никому и в голову не приходило, что спустя полтора десятилетия фашистские идеологи приспособят евгенику к теориям чистоты расы, станут ее именем оправдывать истребление душевнобольных, инвалидов, убийство целых народов.

Нет, Кольцов не знал и не мог этого знать! Он мечтал о науке, которая возвысит всех людей, а не расу избранных. Генетика уже тогда казалась ему всесильной, способной из-

менить природу человека, сделать его от рождения умным, сильным, даровитым.

**Красивая мечта!**

Сегодня она еще недостижима, но кто знает, что будет завтра? Кольцов умел прозревать будущее.

Но жил настоящим. Он ездил по стране, встречался с практиками, ненавязчиво советовал, учил: агрономам помогал подбирать для скрещивания разные сорта пшениц, каракулеводоов наставлял племенному делу, бывал на птицефермах, конских заводах, в рыбных хозяйствах, — его словом дорожили везде. И вот ведь что интересно: ученый-теоретик, создатель отвлеченных, почти фантастических гипотез слыл среди селекционеров, среди неподкупных и недоверчивых хлеборобов своим человеком, теоретиком от земли.

И слыл и был на деле: сам Мичурин откликнулся на его призыв заключить союз, написал коротко и веско: «Ваше желание тесней связаться с моими работами целиком отвечает моим желаниям, и я, по мере моих сил и знаний, постараюсь эту связь поддержать».

Вот где мог возникнуть союз знания и умения, истинной мудрости и огромного опыта!

Не привелось. Только и успел Кольцов послать к Мичурину двух лучших своих аспирантов — спешил закрепить с ним связь, проникнуться его заботами.

Однако и своих было немало: он выступал на съездах, совещаниях, печатал статьи в «Правде», «Известиях», — стал у нас главой генетики.

Ихтиолог из Воронежа дословно записывает его речь на съезде рыбоводов и, выслав стенограмму, просит разрешения приводить из нее выдержки: «Ваше мнение служит для меня маяком». Луначарский едет послом в Испанию — Кольцов напутствует его просьбой изучить там муловодство. 26 июня 1935 года над Москвой поднялся стратостат «СССР 1-бис» — на его борту сосуды с дрозофилой: Кольцова интересует действие космических лучей на живой организм. Он помнит тяжелый урок: открытые Рентгеном икс-лучи, застав биологов врасплох, принесли много бед. Человек должен быть готов к встрече с космосом. И Кольцов ставит едва ли не первый эксперимент в стратосфере.

И среди всех этих дел и забот, в разгар борьбы за прикладную генетику Кольцов не забывает о своем старом



цейсовском микроскопе, неотступно думает о клетке. Его осеняет отличная мысль — испытать силу химических веществ. В. В. Сахарову он поручает изучить, как действует на клетку йод, И. А. Раппопорту советует взяться за другие препараты. Крупнейшее открытие века — химический мутагенез — связано с именем Кольцова: оно сделано его ближайшими учениками. А сам он занят уже новой идеей, хочет научиться управлять полом новорожденных. Вместе с Верой Николаевной Шредер ставит опыт искусственного оплодотворения крольчих: вводя им загодя разделенное семя, получает по заказу то самцов, то самок. Ему не пришлось тогда довести эти работы до конца, но совсем недавно я узнал, что американец М. Гордон, повторив опыты Кольцова на кроликах, учится теперь управлять полом ягнят.

И эта догадка становится реальностью.

Кольцов редко писал о себе. Институт держался на нем, жил его идеями, а он обычно рассказывал о своих успехах в третьем лице. Но был один человек, которому он охотно поверял свои радости и печали. Кольцов дружил с Алексеем Максимовичем Горьким. Они познакомились еще в Неаполе и потом часто виделись в Москве.

Я был бы неправ, представив жизнь Кольцова цепью постоянных удач и триумфов, случались у него провалы, срывы. Было много врагов и трудных минут. Горький радовался его удачам, поддерживал в беде, нередко защищал от сильных недругов: он знал цену Кольцову, без колебаний ставил его в ряд с Ферсманом, Иоффе, Шмидтом. Из Сорренто он писал:

*Дорогой Николай Константинович!*  
*великодушно простите: только сегодня нашел время поблагодарить Вас за Ваше любезное письмо, коим Вы осведомили меня о замечательных результатах применения гравидана в работах Института, руководимого Вами<sup>1</sup>. Сердечно поздравляю Вас!*

*Еще более обрадован тем, что Ваш домысел о возможности искусственного разделения полов экспериментально подтвердился. Этот Ваш успех решительно диктует, что Вам еще слишком рано вспоминать молитву Симеона Богоприим-*

---

<sup>1</sup> Горький имел в виду применение гравидана с лечебной целью.

ца: «Ныне отпускаеши раба твоего». И не только рано, а вообще — нельзя, ибо Вы, люди науки, исследуя и разоблачая тайны природы, овладевая ее силами, отнюдь не «рабы» по духу, но всегда и все более победители и властелины.

Наблюдая, как мощно и дерзновенно работает, несмотря на все внешние помехи, научно исследующая мысль, я все более уверенно и убежденно думаю, что не далеко время, когда наука займет в мире достойное ее место законодателя, основная цель коего — освобождение и объединение человечества, бескорыстная, непрерывная и победоносная забота о его физическом и умственном здоровье, забота о его счастье.

Насколько могу судить, у нас на Руси и в прошлом тип бескорыстного ученого-человеколобца встречался чаще, чем на Западе. Теперь в условиях, данных революцией, люди этого типа — мне кажется — должны преобладать и будут преобладать над теми, для которых наука была и является только средством достижения личных целей.

Сердечный привет Вам и супруге Вашей

А. Пешков

Да, рано было Кольцову уходить от дел.

Мы часто называем ученого материалистом только потому, что он отдает первенство бытию. Его противники соответственно попадают в разряд идеалистов. Все это справедливо, но есть и другой, более конкретный признак, определяющий мировоззрение ученого. Еще Фридрих Шиллер как-то заметил о науке:

Кажешься ты одному небесной богиней, другому  
Жирной коровой, всегда масло дающей ему.

Тут, мне кажется, совершенно ясно обозначено деление ученых на два непримиримых лагеря.

По странному стечению обстоятельств спор биологов шел у нас действительно о жирности коровьего молока. Переведенный в столь осязаемую форму, он сразу стал казаться значительным, завладел вниманием общества. Но не буду излагать его суть: речь шла о полуграмотных и совсем неграмотных теоретиках, объявивших раскормленного до

ожирения быка родоначальником новой породы высокоудойных, мясистых телок. Бык умирал с тяжелой совестью: нагуляв лишний центнер, он не мог передать потомкам даже сотой доли своей упитанности. И нужно было обладать поистине бычьим упорством, чтобы годами продолжать такие эксперименты.

Но лучина личного интереса порой затмевала солнце разума. На глазах Кольцова началось уничтожение генетики.

Он еще пытался уберечь ее, отвести первые удары: выступил в декабре тридцать шестого года на сессии ВАСХНИЛ, написал письмо президенту — ничего не помогло. Кольцова вызвали на президиум, обвинили в клевете; он ответил:

— Я не отрекаюсь от того, что говорил и писал, и не отрекусь... Вы можете лишить меня звания академика, но я не боюсь, я не из робких. Я заключаю словами поэта Алексея Толстого, который написал их по поводу, очень близкому данному случаю, — в ответе цензору, пытавшемуся запретить печатание книги Дарвина:

Брось, товарищ, утрашенья,  
У науки нрав не робкий,  
Не заткнешь ее теченья  
Никакою пробкой!

За что обрушились на него?

Кольцов требовал исправить ошибку, вернуть генетике доброе имя; он писал президенту: «Что сказали бы Вы, если бы в сельскохозяйственных вузах было уничтожено преподавание химии? А генетика, это чудесное достижение человеческого разума, по своей точности приближающееся к химии, не менее нужна для образования агронома... Полвека в науке — большой период, и нельзя Советскому Союзу хотя бы в одной области отстать на пятьдесят лет. Надо что-то предпринять, медлить нельзя... Надо, чтобы к началу следующего семестра студенты начали снова изучать генетику и не видели в ней контрреволюции... Невежество ближайших выпусков агрономов обойдется стране в миллионы тонн хлеба».

Первый раз Кольцов оказался пророком помимо своей воли. В самом деле, как можно было скрещивать пшеницу, заниматься гибридизацией хлебов, не зная генетики, отвер-

гая хромосомную теорию наследственности? Ведь есть тысячи сортов, возможны миллионы гибридных комбинаций, однако существует несовместимость хромосомных комплексов. У каждой пшеницы свое, всегда неизменное число наследственных палочек... Стоило ли тратить время на эти бесплодные, от роду стерильные гибриды?

Но трагедия истины не в том, что ее не понимают. Трагедия начинается в тот момент, когда люди, поняв, отрицают ее.

Напрасно Кольцов доказывал свою правоту, пытался переубедить врагов генетики. Они не хуже его знали о существовании хромосомных комплексов. Но им любой ценой хотелось прослыть первооткрывателями новых законов. И наша страна действительно расплатилась за эти «открытия» миллиардами пудов хлеба.

К счастью, Кольцов не ошибся и в другом: «Я утверждаю,— говорил он в 1936 году,— что через 20 лет в Советском Союзе не останется ни одного агронома, который, приступая к гибридизации пшеницы, не опирался бы в своей работе на подсчет хромосом... И не останется ни одного агронома, который сохранил бы примитивную веру в наследуемость приспособительных изменений, вызванных прямым влиянием внешних условий».

Все так: нет сейчас поклонников слепого скрещивания, мало кто верит в передачу нажитых бычьих достатков телкам. Однако четверть века изнурительной, иссушающей ум борьбы — не слышком ли это дорогая плата за очевидную истину?

Я вспоминаю эти грустные события не только потому, что в них биография моего героя. Будущее учится на прошлом. Жизнь Кольцова, борьба его за честь ученого, за правду, без которой не может жить, развиваться настоящая наука,— прекрасный пример служения Родине.

Декабрь 1936 года был переломным в его судьбе. Враги генетики взяли тогда верх.

И все-таки он не уступил — этот человек не умел и не хотел гнуться.

Еще три года шла борьба, три года сдерживал он натиск гонителей генетики, пытался образумить их, взывал к научной совести. Куда там!

Институт, детище Кольцова, доживал последние дни, а он был бессилен, был здесь уже просто сотрудником:

в своей лаборатории сам третий — и вся его власть. Спасая генетику, он делал все, что мог, и все, что смог, — сделал.

Без малого семьдесят, и позади такой путь — пожалуй, он и впрямь мог бы последовать примеру Симеона Богоприимца: «Ныне отпускаеши...»

Нет, не такой был человек! Снятый с поста директора, он работал — и глухой осенью сорокового года поехал в Ленинград писать статью о своих последних опытах.

Остановился в «Европейской», и здесь прямо в номере его настиг сердечный удар. 2 декабря 1940 года Кольцов умер.

Что оставляет ученый?

Идеи. Открытия. Книги. В них труд его жизни.

Павлов говорил: кем бы ни был ученый, ему дано написать только одну книгу. Главную книгу.

Но и эта единственная редко переживает своего автора. Идеи недолговечны, гибнут под напором свежих фактов. Открытия? Их не так уж много. Все наследие, доставшееся нам от Ньютона, можно изложить в нескольких строках. А биологи еще не знают своего Ньютона.

Так что же остается от ученого, в чем смысл, назначение его пожизненного труда?

Лет пять назад я был у старого университетского профессора, ученика Кольцова. И под конец беседы задал этот вопрос.

— Когда я начинал, — ответил он, — главной моей мечтой была действительно книга. Теперь я автор пяти книг, тысячи прочел и хорошо знаю, что в мире едва ли сыщется полсотни томов, которые стоило бы переиздать через пять лет и читать через десять. Что же мы оставляем?.. Живых людей, учеников, которые пронесут наши идеи в следующее поколение и, взяв у нас лучшее, сплавят его с тем, что сумеют создать сами.

Так говорил ученик Кольцова, этим жил сам Кольцов, живут сейчас его внуки и правнуки в науке.

## Опасный мир хромосом

Охота за микробами вышла затяжной. Целый век они отвлекали на себя главные силы медиков, заставляли их изобретать вакцины, синтезировать бесчисленные препараты, искать всё новые антибиотики — постоянно держать наготове огромную армию бактериологов. И пока простая царапина грозила заражением крови, порой смертью, а тиф, туберкулез, воспаление легких уносили тысячи жертв, пока шла эта столетняя война с опасным врагом, врачей мало заботили наследственные болезни. Редкие, казалось незначительные, они тонули в море человеческих бед и забот.

Но когда люди отразили натиск микробов, нашли укрытие от вирусных атак, они вдруг почувствовали, какой урон наносят врожденные болезни.

Одна лишняя палочка в наборе хромосом — и тяжелое уродство, глухота, слабоумие на всю жизнь калечат человека. Из ста новорожденных два почти всегда неполноценны, обречены на гибель. Пороки сердца, параличи, болезни крови — сотни тысяч детей несут это генетическое бремя. А сколько их гибнет до появления на свет! Жизнь держится на хромосомах, но порой они беспощадно губят ее.

Механизм наследственности хрупок и точен. Даже сверхмалая деталь хромосомы — ген может вывести его из строя, надолго выбить из ритма белковый конвейер клетки.

Внезапно изменившись, ген искажает родовой штамп — молекулу нуклеиновой кислоты. В ее круто закрученной спирали появляется какой-то сбой, изъян. Мутация увечит наследственный образец — на сборке белка наступает разлад. Клетка выпускает негодный фермент, бездейственный гормон, испорченный гемоглобин. Копируя неточный эталон, она готовит заведомый брак.

Организм, естественно, отвечает болезнями крови, обмена, развалом эндокринной системы. Все осечки молекулярной механики оставляют в нем след; иные, не проявившись сразу, ждут своего часа. И как бы давно ни случилась мутация, как бы глубоко в клеточной гуще ни затерялся вредный ген, рано или поздно он напомнит о себе каким-нибудь уродством, недугом — рождением наследственно неполноценного человека.

Фатализма здесь нет: люди несут сотни патологических зачатков, которым не суждено развиваться. В Швеции, напри-

мер, каждый двухсотый — скрытый носитель гена слабоумия. Однако этот прискорбный факт никак не выделил шведов среди прочих людей. Просто им не повезло: в XVI веке породнились две семьи, страдавшие этой болезнью; за четырехста лет ген разошелся по всей стране, но в большинстве случаев остался лишь задатком. Такая же история с подагрой, ревматизмом, гипертонией, зобом — многими болезнями предрасположения. Скрытый ген становится реальной угрозой лишь в подходящих условиях, при редком, прямо-таки роковом стечении обстоятельств.

Но порой он независим, действует самвдруг. И тогда легкая инфекция оборачивается для больного катастрофой: в иммунном механизме нет микроскопической детальки — оборонительного белка, глобулина, и человек беззащитен. Обыкновенная пища из-за нехватки одного фермента (а их тысячи!) становится сильным ядом, превращает ребенка в неизлечимого идиота и убивает его. А пустяковая царапина смертельна: не свертываясь, через нее капля за каплей утекает вся кровь.

Я назвал наугад всего три болезни, но их больше, уже изучено около пятисот. И признаться, эта цифра не пугает меня: ведь генетики не только перечисляют симптомы, коллекционируют наследственные недуги, а помогают избавиться от них.

Врачи говорят: верный диагноз — половина успеха. Генетики переводят изучение болезней на уровень молекул и надеются на полную удачу. Ибо уровень этот, открыв перед врачом тончайшую механику жизни, позволит управлять ею — с микронной точностью угадывать ее поломки.

Разумеется, все недуги можно в конце концов свести к молекулярным сдвигам в клетках, органах, тканях. Но те, что вызваны разладом хромосомного или генного аппарата, передаются из поколения в поколение. Это болезни наследственных молекул — вековое ярмо организма. Сбросить его можно, лишь оборвав пагубную эстафету искалеченных генов, починив или заменив от рода изуверченные молекулы, хромосомы, клетки.

Но с генами, конечно, непросто. Лечить их уродства, заново перековывать молекулы — задача потруднее той, что досталась тульскому Левше.

Порой медик в силах снять лишь симптом болезни. Ему, например, хорошо известно, что врожденная блокада одного

фермента мешает щитовидной железе вырабатывать полноценный гормон, превращает ребенка в безнадежного кретина, а помочь он пока может, только впрыскивая аптечный препарат. Молекулярный механизм болезни разгадан, но еще недоступен. И наследственный диабет лечат сегодня по-старому — инсулином, и... Но что за диво — перечислять болезни, неподвластные врачам!

Дети оставались на всю жизнь слабоумными, порой умирали из-за какого-то несложного фермента — теперь их спасают специальной диетой. Врачи распознают наследственную болезнь в первые же часы новорожденного, подкладывая ему реактивную бумажку. И этот простой прием спас уже сотни жизней.

Иной раз врачам приходится решать судьбу младенца задолго до его появления на свет — когда они узнают, что материнские иммунные тела готовы атаковать плод и, растворив красные шарики крови, убить ребенка в утробе или сразу после рождения. Генетики и здесь объяснили причину иммунологической несовместимости столь близких существ: кровь матери и плода, отличная по одному врожденному признаку, как говорят, по резус-фактору, вступает в неразрешимый конфликт. Единственный путь к спасению — полная замена крови новорожденного. Так уберегли от верной гибели уже много тысяч детей.

Собственно, открытие групп крови, безошибочное переливание, вернувшее к жизни множество людей, тоже ведь покоятся на законах генетики...

Я мог бы еще долго перечислять ее заслуги: рассказать, как избавила она от смерти людей, неспособных переваривать лекарства, погибавших от таблетки сульфидина или люминала, как точно был найден один из трехсот аминокислотных «кирпичиков», уродующий молекулу гемоглобина, и раскрыт механизм серповидной анемии — болезни, поразившей триста миллионов человек. Но хватит: генетика в пути и вспоминать нужно не успехи ее, а долги.

Их тоже много. Когда переступаешь порог клиники, они прямо мечутся в глаза. Парализованные, слепорожденные, глухонемые дети, астматики, склеротики... Ленинградский профессор Сергей Николаевич Давиденков насчитал больше ста наследственных поражений только нервной системы. А есть еще сердечно-сосудистая, костная, мышечная. И везде властвует ген.



Однако я снова слышу голоса его противников: а среда? Неужели вы отрицаете роль внешних условий?

Нет, не отрицаю, даже наоборот — проповедую и хотел бы знать, кто, где и когда говорил, что ген действует в безвоздушном пространстве? Конечно же, он связан внутри клетки со всем ее достоянием, а та в союзе с другими образует ткань, орган — и на все это влияет свет, тепло, влага... Словом, ген зависим. Но никому и в голову не приходило, что эта бесспорная истина опровергает его роковую роль во многих человеческих несчастьях. Ведь даже рак, неизменно запутанный, скрытный недуг, впервые стал раскрывать свои секреты на уровне хромосом.

Когда одна, самая маленькая из сорока шести наследственных палочек человека ломается, теряет крохотную частицу, белые клетки крови выходят из-под контроля, плодятся с сокрушительной быстротой, вытесняя красные шарики. С ними уходит жизнь.

Эта хромосома, названная по месту открытия филадельфийской, вероятно, ограничивает число лейкоцитов, как-то регулирует работу костного мозга. Сломанная, она теряет над ним контроль и самое худшее — передает потомкам больного особую склонность к раку белой крови, лейкозу.

Генетика и тут, видимо, не ограничится объяснением недуга, будет искать надежные способы излечения. И даже предупреждать его. К тому же, известно всего две-три формы наследуемых опухолей. Но Павлов был прав: разгадка рака таится здесь, на молекулярном дне жизни.

Патологические, изуродованные гены подготавливают клетку к злокачественному перерождению, как бы склоняют ее к бунту. Но озлобляется она почти всегда по собственному почину. Датские врачи сорок лет следили за судьбой двадцати трех тысяч пар однояйцевых близнецов. Когда один из братьев заболел раком, другой обычно оставался невредим. Генетическое сходство не влияло на поведение клеток. Не родительские задатки, а самочинное изменение, внезапное бешенство приводило их к гибели. И всему причина — конкурентная борьба.

В организме идет жесткий отбор, клетки словно соревнуются в темпах размножения. Сдерживает, контролирует их какой-то регулятор роста. И вдруг одна мутирует, выйдя

из подчинения, обретает преимущество — выигрывает эту сумасшедшую гонку. Безудержно плодясь, она становится родоначальницей целой оравы бесконтрольно лютующих клеток. Все они наделены поврежденными хромосомами, как говорят генетики, несут ядерную печать. И передают ее потомкам.

Эта способность опухолевых клеток к безудержному размножению делает их невероятно изворотливыми, стойкими в смертной схватке с человеком. Хирург, радиолог, химиотерапевт — любой охотник за раковыми клетками хорошо знает их необычайную плодовитость, старается перебить этих оборотней до последнего. Ибо даже одно зерно может прорасти, дать пагубные побеги. На том держится сейчас все лечение опухолей, и в первую очередь — химиотерапия.

Но у нее свои заботы.

Создав сильные, метко бьющие препараты, медики надеялись одолеть больную ткань, начисто уничтожить ее засевы. И тут новая преграда: опухолевые клетки удивительно пластичны, легко принаравливаются к лекарству. Как бы ни была сильна химическая атака, несколько клеток могут выстоять и, быстро освоясь, дать свежую поросль. Врач повышает дозу ядовитого препарата — гибнет нежная ткань костного мозга; он хочет добить упорные клетки рентгеновским лучом — слабнет иммунитет, еще больше страдает кровь.

Что говорить, химиотерапевты, дав людям передышку, не избавили их от страшного недуга. Генетики подсказывают сейчас другой ход.

Уже давно они заметили, что в больной клетке иногда нет никаких видимых изменений. И хромосомы целы, и сама она невредима, а болезнь исподволь копит силы. И вдруг мутация — рак! Откуда он, кто принес его в клетку?

Вирусологи, естественно, утверждают: опухолеродный вирус. И настойчиво доказывают свою правоту. Генетики сперва возражали: вирусная теория, казалось, опровергала их взгляды. Если возбудитель рака попадает в клетку со стороны, то наследственность здесь вроде бы ни при чем. Однако вирусы действительно вызывают перерождение здоровой ткани, их выделили уже из многих опухолей животных и совсем недавно — из опухолей человека. Как свести воедино эти противоречивые факты?

Но вирусологи набирали темп, приводили новые доказательства. Высадив живые клетки юного хомячка в чашку, они заразили их опухолевым вирусом. Через некоторое время его след пропал. Клетки заболели, а вирус исчез. Но когда их привили здоровому хомячку, выросла большая опухоль. Без вируса развилась; значит, он действительно оставил в клетках наследственные изменения, искажил в них нуклеиновый штамп. Иначе они не смогли бы передать болезнь потомкам.

На уровне молекул экспериментаторы наконец разобрались в этих странных превращениях.

Вирус сам состоит из нуклеиновой кислоты. Протолкнув ее в клетку, он как бы нарушает первозданную чистоту генетического эталона, вносит в него какую-то отсебятину. И, конечно, портит белковый конвейер. Детали вирусного штампа вклиниваются в наследственный образец клетки, как говорят, вносят в него дополнительную генетическую информацию.

И вот здесь возникла совершенно новая идея: прекратить погоню за раковыми клетками и постараться лучше избавиться их от этого убийственного дополнения.

В самом деле, стоит ли гоняться за каждой больной клеткой, если она все равно передаст свое уродство потомкам? Не разумней ли вернуть ее к нормальной жизни, освободив от смертоносного груза? Химиопрепараты, конечно, не утратят своего значения, будут страховать организм от уцелевших засевов, но главная цель врача — вылечить больную клетку, а не убить ее.

Догадка необычна, однако за ней много фактов, наблюдений и главное — надежда. Известны ведь случаи самоизлечения от рака бронхов — болезни смертельной. Значит, опухолевые клетки и впрямь способны мутировать в обратную сторону, к норме. Генетики надеются овладеть этой благотворной мутацией. Их новая теория наметила перелом в тактике врачей, и, быть может, теперь они приблизят наконец давно желанную победу.

Тридцать лет назад Александр Сергеевич Серебровский выступил перед академиками ВАСХНИЛ. Защищая ген, он воскликнул:

— Истина неделима, она не может не победить!

Да, не может... Но суровы законы ее отыскания, ибо у великих открытий, как у больших людей, всегда много противников. Наука о наследственности не исключение: истина добывалась здесь в тяжелом споре, порой — с бою. Но еще Леонардо да Винчи не боялся врагов, был рад им: «Противник, выискивающий ваши ошибки, полезнее друга, желающего их скрыть». Он был прав: доблесть ученого определяется не числом поверженных недругов, а верностью своим идеям.

Генетики выстояли. Истины, добытые Морганом, Кольцовым, Меллером, знает теперь весь мир, с ними связано открытие белкового кода — тайнописи, которой жизнь отмечает все свои находки, быть может, загодя ставит предел человеческому веку.

И здесь, с этого ключевого взгорка, перед генетикой открылись неприступные пока вершины. Она хочет понять старость, изучить механизм биологических часов, отсчитывающих недолгий век клеток. И, поняв, продлить жизнь, замедлить неумолимый бег времени. Она надеется осилить белковую несовместимость — вражду чужеродных тканей и осуществить давнюю мечту людей о замене больных, изношенных органов.

Перед генетикой новые дали. Удач ей!

**И**стина, видимо, по природе своей трагична, вокруг нее всегда схватка, всегда острые, драматичнейшие столкновения идей, характеров, судеб.

Здесь все в борьбе: один уродливый факт губит дивную, годами лелеемую гипотезу, одна невесомая, совсем заоблачная теория, как архимедов рычаг, вдруг переворачивает мир, и, наконец, сами творцы идей — сколько испытаний подстерегает их на пути к открытию!

Нелегка судьба исследователя. Десятки лет бредет он ощупью в бесконечном лабиринте, ведет страстные, иногда всю жизнь длящиеся споры о каких-нибудь кольчатых червях и однажды утром узнает из свежего журнала, что где-то на другом конце земли неведомый ему экспериментатор двумя красивыми опытами разрушил труд, на который он возлагал все надежды, считал уже своим бессмертием. Момент крушения, высокой и неразрешимой драмы ученого, — кто опишет тебя?

Да, истина требует осторожного обращения, ее нельзя всякий раз толковать и перетолковывать, нельзя кантовать, как бочку с огурцами. Ибо она похожа скорее на бочку пороха. Один наивный толкователь чуть не лишился тут живота. Кстати, я хочу представить вам эту трагикомическую фигуру: Хадуен, доктор Хадуен из Лондона, враг микробов, истребитель всех бацилл на свете.

Истребление, правда, шло несколько необычным способом: в самый разгар пандемии гриппа, коварной испанки, скосившей народа больше, чем мировая война, Хадуен заявил, что микробов в природе нет, все это выдумки Пастера.

Изречь такое после Коха, Ру, Мечникова, после вакцин и сывороток, поднимавших полумертвых! Видно, этот англичанин был прирожденный оптимист, надеялся на какой-то иной, более благополучный исход неприятной проблемы. Во всяком случае, Хадуен стоял на своем твердо, и мне даже стало нравиться его дремучее упорство, тут была какая-то линия. Но наивных упрямцев часто подводит страсть к шумной полемике, дискуссиям.

Хадуен вызвал на публичный диспут сторонника ми-

кробной теории — доктора Сирла. В назначенный час зал был полон, и противники сошлись, что называется, лоб в лоб. Спор был долгий, ожесточенный, но ни к чему не привел, публика не знала, кому верить и уже готова была освистать обоих.

И тогда доктор Сирл встал, в руках он держал шприц и две пробирки, а глаза его горели, как две спиртовки. Сирл подошел к противнику и громко сказал:

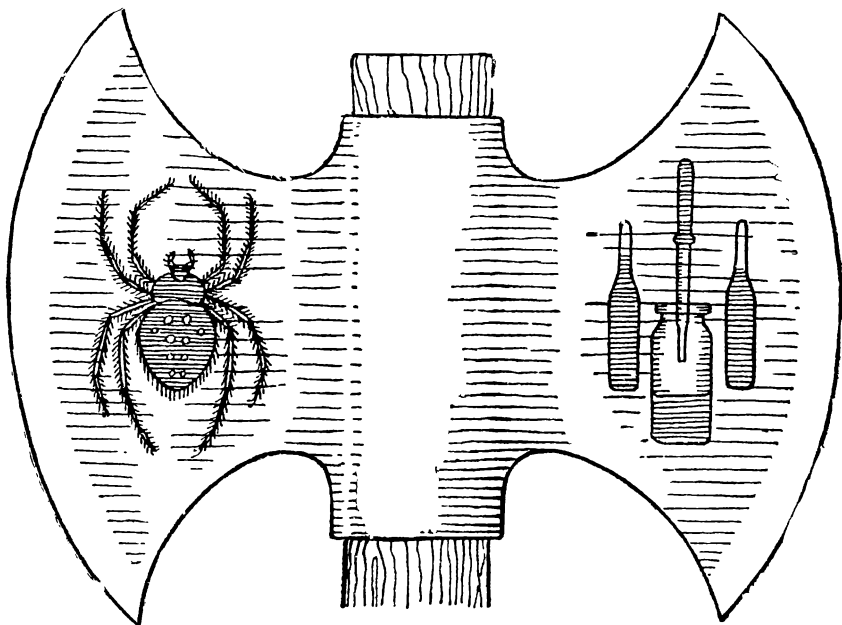
— Один из нас лжет! Чтобы установить, кто именно, я впрысну себе в руку половину этой пробирки, доктор Хадуен — остальное. В пробирке микробы столбняка! И я, верящий в них, сделаю себе прививку сыворотки, а доктор Хадуен ее не получит. Я даю слово, что он умрет самой мучительной смертью, какая только может быть на земле...

Хадуен побледнел, вскочил с места и быстро придвинулся к двери. Уже на пороге он крикнул:

— Я не такой дурак!

И диспут кончился за отсутствием одного оппонента.

Если бы все споры и дискуссии можно было решать так просто и убедительно.



## ГРОЗНАЯ СТИХИЯ ИММУНИТЕТА

### Свое и чужое

Хотел бы я знать: можно ли заразить микроба? Для начала хоть насморком — пусть чихает. И ненавидит человека, своего врага. Такой вражде я был бы рад больше, чем иной любви. А то, признаться, старая формула «микробы — враги человека» мне изрядно прискучила. Пора поменять в ней противников местами. Человек — враг микробов, и никак иначе. Ему, всеильному, нападать, а им обороняться. Вот тогда, я надеюсь, микробы начнут избегать людей и, быть может, с горя станут мизантропами.

Но пока бациллы не знают своей горькой участи и упрямо норовят куда-нибудь поглубже, тело вынуждено ограж-

даться от них целой системой защитных механизмов, названных одним магическим словом — иммунитет.

Стоит вспомнить о нем, и в памяти сразу всплывает имя Мечникова и неперенный фагоцит. Илья Ильич был, конечно, прав: этот шарик крови — отличный ловец микробов. Но один фагоцит в организме не воин. И миллиарды его соратников — тоже. Микробов все равно больше. Они обычно наносят массированный удар да и размножаются с такой сокрушительной быстротой, что прожорливые шарики просто не в силах сладить с ними. Пока фагоцит заглатывает одного врага, другой дает несметное число потомков.

Нет, микробоедство — не лучший вид самозащиты. Тут нужны меры покруче, борцы ловчее, многочисленнее фагоцитов.

И раз уж в единоборстве с полчищами бацилл человек все-таки одерживает победы, значит, есть у него сильные и надежные заступники. Кто же они, эти неизвестные стражи?

Тут дело посложней, чем обычная схватка с микробами. Я не хочу умалять достоинства храбрых фагоцитов — старые вояки честно выполняют свой долг, — однако есть клетки, облеченные куда более важными и деликатными полномочиями. Они не только противостоят натиску внешних врагов, но и строго контролируют внутреннюю жизнь всех тканей тела. Им поручено оберегать постоянство его белкового состава. А это, пожалуй, не менее почетно и ответственно, чем охота за микробами.

Организм не терпит малейшей перемены в наборе своих белков — они даны ему пожизненно. Стоит появиться где-нибудь чужому белку, клетки-контролеры мигом его опознают. Нюх на свое и чужое у этих гончих человеческого тела на редкость тонок. Они изобличают непрошеного гостя по самым незначительным признакам и, окружив его как бы санитарным кордоном, уничтожают.

Какую же феноменальную память нужно иметь, чтобы среди тысяч собственных белков сразу различить случайного чужака! Похоже, организм доверил сторожевым клеткам какой-то особый код, которым зашифрован белковый пароль всех его тканей.

Так оно, видимо, и есть. Каждый хранитель внутритканевого порядка помнит, что называется, в лицо все белки своего организма, зато для посторонних пришельцев у него всегда один ответ: свое бережем, а чужого не надо.



Отличный фильтр поставила природа! Без него организм быстро бы засорился.

Так кто же, наконец, этот ревнивый хранитель, кто оберегает биологическую чистоту тела?

Лимфоцит. Кровная родня фагоцита, он обороняет организм так же ретиво и самоотверженно.

Правда, не всегда это человеку на пользу. Порой чужая, но здоровая ткань нужнее своей больной. Организм жаждет такой подмены: она для него жизни подобна. Но не тут-то было. Лимфоцит слеп и беспристрастен. Он с одинаковым рвением отражает бактерии, вирусов и борется с пересаженной кожей, почкой — любым органом или тканью. Раз белковый пароль им не известен, они для него все равны: в штыки их!

Вот так защитный механизм, задуманный природой во здравие, иной раз оборачивается за упокой.

Иммунитет — оружие сильное, но обоюдоострое. С ним надо быть настороже: кто знает, какие он еще заготовил сюрпризы своим счастливым обладателям. Ведь вполне возможно, что ему приходится оберегать ткани не только от чужих белков, но и — страшно сказать! — от злокачественного перерождения. Существует же какая-то тканевая невосприимчивость к раку: одни люди болеют, другие, к великому счастью, остаются для него неприступными. Рак-то, конечно, готов ухватить своими «клешнями» побольше жертв, а не может — ткани сопротивляются.

Видимо, в организме заложено какое-то особое устройство, внимательно следящее за нормальным развитием клеток. Чуть иная сойдет с истинного пути — вон ее, как сорную траву! И жизнь продолжается. Зато беда, если такой предохранитель вовремя не сработает. Ткань с разгона, словно по испорченной стрелке, выскакивает на порочный путь — катастрофа неминуема.

Разумеется, все это лишь предположение, но если оно подтвердится, лимфоциту нужно будет по меньшей мере отлить золотой памятник «От благодарного человечества». А пока ограничусь похвалой его отважному поединку с микробами.

Тут можно было бы и закончить прославление лимфоцитов, если бы не помешало одно загадочное обстоятельство.

Наши герои не отличаются особой подвижностью, они

бродят по организму одиноко и неспешно, как ночные сторожа. А против них вибрионы, спирохеты, палочки Коха — да мало ли на свете микробных напастей! Как же лимфоциту удастся одерживать над ними такие внушительные победы, в чем его боевая сила — словом, каким оружием поражает он столь опасных врагов?

Против белка выступает белок. Свой, доморощенный, нападает на незваного. Природа как бы сталкивает их в смертной схватке. Лимфоцит добывает победу с боя. В разгар сражения он ежесекундно вырабатывает тысячу молекул особого белка — гамма-глобулина.

Это и есть его оружие.

Лимфоцит пользуется им как опытный снайпер. Каждую молекулу он нацеливает на строго определенную мишень — бактерию, вирус, любой из чужеродных белков. Такая пуля словно заранее знает противника, она отыскивает его среди вражьих колонн и укладывает намертво.

Врагов, говорите, много? Что ж, организм умеет постоять за себя.

100 000 000 000 000 000... Короче:  $10^{17}$  молекул глобулина выставляет против вторгшихся бацилл каждый кубик крови. Столько штыков не имела еще ни одна армия в мире, а дисциплина, сплоченность — и говорить не приходится.

Первый тревожный сигнал — и лимфоциты на линии огня. Они не покидают ее, пока организм не освободится от последнего микроба.

Но не только бациллы способны вызвать такое ожесточенное сопротивление. Иное искусственно синтезированное вещество, вроде анилина, никогда не сталкивалось с лимфоцитами, его просто в природе нет. И все-таки, введенное в кровь, оно при первой же встрече с воинственными шариками получает отпор. Так велика неприязнь лимфоцитов ко всему чужому, что, кажется, попадись им какая-нибудь микроскопическая былинка с Марса, они и против нее ополчатся.

Где же запрятан секрет этого поразительного чутья белых шариков крови? Почему они равнодушны к своим белкам и нетерпимы к пришлым, каким образом их пули безошибочно отыскивают цель, как, в конце концов, они вообще умудряются отличать свое от чужого?

Пожалуй, самое время рассказать о причудах охранительного белка — гамма-глобулина.

## Как глобулин поссорился с инсулином

Лимфоцит обстреливает микроба, можно сказать, заказными молекулами. Они словно изготовлены по мерке, снятой с будущей жертвы. И кто бы на их пути ни встретился, поражают только ее. Дело тут, конечно, не в особом страсти, а в технологии изготовления этих разборчивых пуль.

Молекула гамма-глобулина прикрепляется лишь к тому белку, который послужил как бы формой для ее отливки. Она входит в него впитирку. Малейшее несоответствие — и никакая сила их не сцепит. Но такого не бывает. В мастерской организма с бациллы, как с любого чужеродного белка, точно выкройку сняли. Зато одежда сидит на «заказнице» и впрямь как влитая, из нее не выскользнешь.

Мертвой хваткой вцепясь в микроба, гамма-глобулин сковывает его по рукам и ногам. С той поры враг обезврежен. Плененный, он быстро гибнет, а победоносный лимфоцит с триумфом покидает ратное поле.

Впрочем, не все победы этого воина идут человеку впрок. За лимфоцитом числятся не только добрые дела. Я уже говорил о его совершенно нетерпимом отношении к пересадкам органов. Вина тяжкая, прямо скажу, иногда смертельная и, на беду, не единственная.

Диабетикам лимфоцит порой упорно мешает лечиться. Сколько бы инсулина — белка чужеродного! — больной ни принимал, упрямый шарик тут же вырабатывает такое же количество антител. А те, не мешкая, вступают в борьбу с целебным препаратом: накрепко связав его, выпроваживают из организма, словно какого-нибудь паразита или бациллу.

Но не всякий инсулин способен вызвать в лимфоците такое яростное противоборство. Препарат, добытый из поджелудочной железы свиньи, остается в крови больного положенное время, диабетики годами пользуются им без помех. Зато на бычий инсулин белый шарик порой нападает с особым ожесточением. Откуда у него эта тореадорская хватка?

Тут биохимикам, кажется, действительно удалось взять быка за рога. Они ведь теперь доподлинно знают строение бычьего инсулина. И бараньего, и поросячьего тоже. Оста-

валось сравнить цепочки аминокислот в этих гормонах и отыскать различие: в нем был источник всех бед.

Сравнив, увидели, что разница ничтожна: бычий и поросячий гормон состоят в близком родстве. Из пятидесяти одной аминокислоты, собранных в молекулу инсулина, здесь не совпали только три.

Сомнений не было: именно эти три повинны в злоключениях бычьего инсулина. Они, только они могут служить лимфоциту чем-то вроде крохотного опознавательного знака, особой приметы врага. Лимфоцит замечает это пятнышко на «теле» инсулина и отливает против него антитело — специальный гамма-глобулин.

Это было открытие!

Впервые в дебрях белковой молекулы биологи нащупали коротенький участок, который обучает организм отличать свое от чужого. Впервые увидели наконец молекулярную затравку иммунной реакции. Уже не в мыслях, а в руках держали они своеобразный химический ключик, запускающий один из оборонительных механизмов человека. По заслугам участок называли активным центром.

Такой центр есть, конечно, не только в инсулине. Со временем его, несомненно, откроют и в других, более сложных белках. А поискать его стоит: здесь заложена очень важная информация.

Вкрапленный в цепочку аминокислот, активный центр постоянно сигнализирует организму: «Внимание, мы чужие — обороняйся!» И не только сигнализирует, но даже сообщает, какой формы должны быть защитные антитела: «ключик» принимает активное участие в изготовлении «замка».

Как это происходит, не видел никто, поэтому гипотез и домыслов на сей счет хоть отбавляй. Но некоторые факты подтверждают, что антитело всегда формируется под прямым влиянием активного центра. Ключик делает на нем нечто вроде вмятины. В ней — особый биологический смысл.

На собранном из аминокислот, но еще не завершенном, сыром антителе микроб оставляет как бы отпечаток пальцев, по которому его потом легко опознать и обезвредить. Природа расставила ему своего рода ловушку: хочешь поживиться за чужой счет — изволь, а забрался в тело — куй оружие против самого себя. И кует. Грозная стихия иммунитета подчиняет его своим законам.

Круто приходится микробу во власти антител — от них

пощады не жди. А чем, собственно, они сильны? Белок как белок, те же аминокислоты, что у вирусов и бацилл. Да и вес молекул, вступающих в поединок, почти одинаков, как у боксеров на ринге.

Почему же одна все-таки берет верх, в чем ее секрет?

## **Антитело в бою**

С виду гамма-глобулин действует довольно просто: пришел, увидел и, став антителом, — победил.

Ладно, победил. Но чем, каким приемом одолел он своего противника, что вообще заставило его вступить в схватку? Ведь, даже став противомикробным антителом, он ничем не выделяется среди самых обыкновенных глобулинов. Белки-бойцы и белки, абсолютно равнодушные к микробам, собраны из одних и тех же аминокислот.

Сколько ни ставили исследователи опытов, какие бы тончайшие анализы ни придумывали, воинственный глобулин так и не смог доказать своего химического превосходства над мирным: они сородичи, белки-братья.

Однако и у ближайших родственников немало особых примет, а тут за четверть века не удалось отыскать почти ни одной существенной. К тому же выяснилось, что антитела еще и безлики: нападают на разные вирусы и микробы, а сами все вроде бы одинаковы. Во всяком случае, заметных различий между ними никто пока не обнаружил. Словно солдаты в серых шинелях, слились они в общую массу — издали не разберешь, кто где. Так нельзя ли хоть мысленно приблизиться к ним, прощупать их умственным взором?

Известный физик Лайнус Полинг рассудил просто. Одни глобулины активны, задиристы, другие инертны, а химической разницы между ними что-то незаметно. Значит, дело не в ней. В чем же?

Вероятнее всего, во внешности белка, физическом облике. Цепочка аминокислот мирного глобулина, свернувшись в клубок по какому-то заданному плану, вдруг ощетинивается, обретает боевые свойства — становится антителом.

Кто дал ей боевую форму?

Догадаться нетрудно: конечно, сам микроб. Попад в организм, он тут же принялся за штамповку антител, стал скручивать глобулины по своей фигуре.

Просто? Логично? Возразить, во всяком случае, трудно. Подтвердить, к сожалению, тоже. Никто антител в лицо не видел, как закручены их аминокислотные цепочки, неизвестно. Поэтому доказать такую гипотезу несколько труднее, чем высказать.

Однако гамма-глобулины порой сами высказываются за догадку Полинга. И не в лаборатории, а на практике, помогая больным справляться с натиском микробов. Добытые из сыворотки иммунизированной лошади или барана, они служат подкреплением собственным антителам человека.

Эти вновь обретенные гамма-глобулины вступают в бой, что называется, с марша, на ходу перестраивая свои противомикробные свойства. Такую быструю перековку в какой-то мере можно объяснить подвижностью их структуры, необыкновенной пластичностью каждой молекулы гамма-глобулина. Ударившись о своего врага, она всякий раз оборачивается против него же.

Так это или нет, проверить пока невозможно, но, если ученый прав, гамма-глобулин поистине белок-волшебник.

Тонкий, поразительно совершенный механизм защищает людей от множества опасных недругов, но сам он беззащитен. Ионизирующая радиация грубо разрушает это хрупкое сооружение. Проникая в организм, пагубный луч наносит непоправимый ущерб фабрике крови, вырабатывающей антитела. Каждый ядерный взрыв, как бы далек он ни был, тяжким эхом отзывается в самых чувствительных тканях тела — кроветворной и лимфоидной.

Белки нынче в центре биологии. С азартом истинных следопытов исследуют ученые таинственные хитросплетения аминокислотных цепочек. Все глубже и глубже проникают они по этим извилистым тропкам внутрь белковой молекулы: где-то здесь им, возможно, удастся отыскать следы, ведущие к потаенным механизмам иммунитета.

Впрочем, антитела уже раскрыли несколько важных особенностей. Оказывается, они наподобие инсулина, микробов — всех чужеродных белков тоже имеют активные центры. Только здесь у этих энергичных группок аминокислот совсем иное назначение — захватывать неприятеля, служить как бы наручниками, что крепко сковывают бациллу.

В каждом гамма-глобулине, атакующем бактерию, види-

мо, есть очень цепкий участок — этакий химический крючок. И хоть занимает он всего-навсего какие-то сотые доли молекулы, защитные свойства зависят главным образом от него. Именно на этот крючок исправно клюют микробы.

Однако разыскать активный центр нелегко, он затерялся в длинной цепочке аминокислот. Поди разберись, какая из них — крючок, какая — просто удилище.

Но, говорят, и молекулу подковать можно. А уж расколоть надвое подавно. Так и решили — расщепить антитело специальным ферментом и в каждой половинке поискать боевой центр. Благо, при делении он весь остается в одном из обломков и как бы сразу удваивает свою долю. Здесь его обнаружить, конечно, легче, чем в целой молекуле.

И все же такого раздела оказалось недостаточно. Половина молекулы слишком велика, чтобы в ней можно было безошибочно найти тот крохотный участок, которым она захватывает микроба. Пришлось делить ее дальше.

Фермент папаин, добытый из экзотического дынного дерева, раздробил антитело на три части. Тут оно наконец чуточку приоткрылось: из трех осколков два имели активные центры, а третий оказался пустым. Но не лишним. Он был между ними мостиком, таким туловищем с двумя цепкими руками, в каждой по крючку.

Химик назвал бы такое строение двухвалентным. И был бы прав: антитело сковывает сразу двух неприятелей.

Активные центры работают словно парные застрельщики — дружно, энергично и, главное, без промаха: каждый крючок ловит свой кусок.

Ловит? А может быть, микроб сам бежит на ловца, влекомый какой-то неведомой силой? Скажем, притяжением разноименных зарядов или реакцией родственных химических групп.

Впрочем, это пока неизвестно. Осколок гамма-глобулина раскрыл анатомию антитела лишь в общих чертах. Так кость, найденная при раскопках, вызывает в воображении ученого облик какого-нибудь диковинного звероящера.

Однако биохимик никогда не довольствуется общим видом, ему нужно знать мельчайшие детали антитела, те винтики, что расскажут о скрытых механизмах иммунитета. И снова погружается он в глубины белковой молекулы.

Занятие это, конечно, не из тех, что раз от разу упрощаются. Чем дальше в белок, тем больше загадок. А тут еще

сама молекула гамма-глобулина проявляет редкостную твердость. Натрое раскололась, а мельче никак. Ее обломки словно железобетонные, ни один фермент их не берет, даже энергичный папаин спасовал. Ученые уже решили: все, здесь предел его дробильным возможностям. Но папаин доказал, что способен на большее.

Правда, пришлось ему немного помочь — слегка расшатать осколок антитела, сделать податливей, мягче. Уж слишком плотно свернута в этой защитной молекуле цепочка аминокислот, прямо как на катушке — виток к витку. Ферменту здесь не только работать — ухватиться не за что. Оттого и ломал он зубы об эти орешки.

Зато в присутствии мочевины папаин рвет аминокислотную цепь на части: как бы откусывая ее звенья, он превращает их в свободные аминокислоты. А биохимики тут же сортируют, подсчитывают, определяют место каждой аминокислоты в молекуле гамма-глобулина. На немой карте антитела появляются новые названия, контуры белка обретают реальную химическую плоть.

## **Верю и надеюсь**

Раскрутив аминокислотный клубок, мочевина помогла ферменту разбить каждый из трех обломков гамма-глобулина еще на три части. Теперь можно было заглянуть в одну девятую белковой молекулы, основательно порыться в ней, поискать активные центры. В таком осколке их доля почти вдесятеро больше, чем в целой молекуле, и нащупать здесь загадочные крючки стало намного проще.

Физик, атомы в пыль дробящий, может быть, улыбнется: подумаешь, удивили — треть молекулы, девятая доля! То ли дело нейтроны, фотоны! Но биологу такая удаля не в пример, он работает с живой клеткой, ее в циклотрон не посадишь. И если уж говорить начистоту, в ней, упрямой и капризной, люди обретут друга и советчика куда более ценного, чем все расщепленные атомы, вместе взятые.

Когда я писал о приключениях бычьего инсулина, мне вспомнились другие, еще более опасные козни белка. Самые большие услуги его, вроде спасительных сывороток, часто



таят великую беду. И не раз уж бывало: войдя в организм исцелителем, он вдруг оборачивался злейшим врагом.

О лечебных сыворотках рука не позволяет писать худое. Столбняк, корь, дифтерия — страшные, уносившие миллионы жизней недуги, сложили перед ними оружие. Сывороточные антитела борются с микробами порой не хуже тех, что вырабатывает сам организм, да и ввести их всегда проще, чем ждать, пока больной наладит собственное производство антимикробного оружия.

Но вот беда: для организма эти спасительные белки все-таки чужие. А коли так, он приглядится к ним раз-другой, опознает да и начнет вырабатывать против них антитела.

Получается довольно невеселая картина: антитела воюют с антителами, а микробы злорадствуют и размножаются. Однако зло не только в микробах. Сам организм иногда отвечает на повторное введение сыворотки тяжким шоком. Потому-то врач пользуется ею с осторожностью. Целебная, она может внезапно оказаться убийственной.

Но ведь это почти тупик! Лечиться надо, а лекарство само по себе способно принести вред. Экая досада! Где же все-таки выход?

В расщеплении сывороточных антител. Молекулу гамма-глобулина нужно хорошо очистить от аминокислотных излишков, вылущить из нее главного ловца микробов — активный центр. Ведь любая бацилла ловится только на этот крохотный крючок, к чему же такое громоздкое удище? Укоротить его, убрать белковый балласт, тогда активный центр, попав в кровь больного, не выработает против себя антител, а исполнит лишь свой долг — свяжет микроба. Сывороточная болезнь не разовьется.

Такой облегченный, хорошо очищенный препарат — старая мечта врачей. Жаль только, что она постоянно разбивалась о твердокаменные глобулины. Ныне, кажется, наступает ее черед.

В Институте имени Н. Ф. Гамалея изготовлена сыворотка диаферм-3 — препарат, содержащий белков вдвое меньше обычного и потому не столь опасный. Но все же и он еще не до конца лишен болезнетворных свойств.

Даже треть молекулы глобулина может вызвать сывороточную болезнь. Но частицы помельче безвредны.

Так за чем же остановка? В клинику их!

Мне и самому хотелось бы поскорей увидеть целебную

силу этих замечательных препаратов. Но, увы, тут предстоит еще немало поработать. Надо научиться дробить белок на много долек и отбирать из них те, что содержат активные центры. И если удастся разделить молекулу гамма-глобулина на десять — пятнадцать частичек, то лишь две окажутся с крючками: антитела, напомним, двухвалентны. Вот эти-то две рабочие частицы и оставят в сыворотке, остальные — прочь, от них одни неприятности.

Сыворотка, насыщенная активными центрами, этакий лечебный концентрат, ударит по микробам, пожалуй, крепче иного антибиотика, а доза ее будет куда меньше нынешней. К такому препарату бациллы не привыкнут (не может же рыба привыкнуть к крючку!), для больного он будет безвреден, чего не скажешь о многих порошках и пилюлях, а врачу еще и приятен точной мерой и определенным назначением.

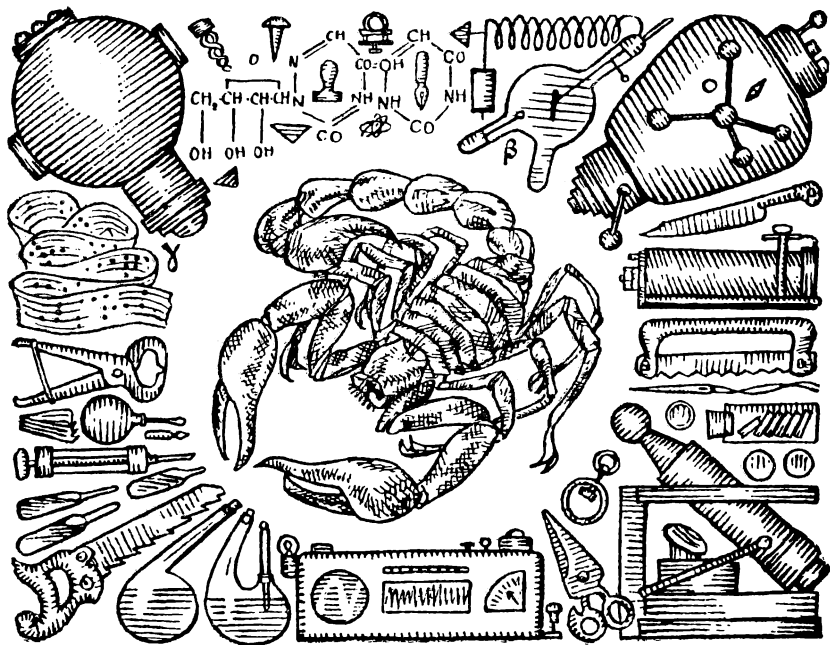
Дифтерию, корь, полиомиелит, столбняк, газовую гангрену и много других инфекционных болезней лечат сейчас гамма-глобулинами, добытыми из сывороток иммунизированных животных. Неудачи здесь теперь очень редки, но, нечего скрывать, они есть. Отнюдь не всегда врач уверен, что ввел больному антитела, способные укротить микробов. Порой он вынужден бить наугад, почти вслепую: не ждать же, пока бациллы возьмут верх.

С какой же радостью примет он от иммунохимиков чистые, концентрированные препараты, всегда нацеленные на врага!

Однако сыворотки — это лишь начало. Таким способом, верно, удастся избавить от наскоков антител и бычий инсулин. Вынут из его молекулы одну активную группу и введут диабетика, попробуй тогда, лимфоцит, разберись, чужой это белок или свой. Да и другим гормонам и белковым препаратам биологи со временем устроят генеральную чистку. Все лишнее — вон, в организм — лишь точно отмеренную дозу белка самой высшей пробы.

Таков замысел. А осуществление?

Я думаю, вы уже догадались: оно зависит от тех, кто терпеливо день за днем крошит белковые молекулы, расшифровывает структуру антител, ищет активные центры — в общем, от успехов иммунохимиков.



## ПРОТИВ МЯТЕЖНОЙ ТКАНИ

У болезней, как у людей, своя судьба. Иногда это история страшного мора, сгубившего множество человеческих жизней и отступившего перед мужеством и проницательностью одного человека, иногда — разрушительное шествие тяжкого недуга, которое удастся остановить лишь ценой величайших жертв и героических усилий нескольких поколений ученых. А иные болезни в смертельной схватке с людьми и поныне проявляют необычайную изворотливость и упорство. Жестокую, кровопролитную битву ведет с ними медицина, дорого оплачивая каждый шаг на пути к победе.

Что ни говори, наука побеждать болезни гораздо труднее, чем умение выигрывать самые большие сражения.

Случалось, конечно, и медики ненароком делали замечательные открытия. Наблюдательный английский врач Эдуард Дженнер более полутора столетия назад сумел получить вакцину против оспы, хотя в восемнадцатом веке никто, конечно, не мог и подозревать о существовании мельчайших возбудителей этой болезни — вирусов. Открытие было сделано почти вслепую, но удар пришелся в цель.

Эта беспримерная находка, разумеется, не счастливая случайность: Дженнер был настоящим исследователем. И все же ему необычайно повезло, на природу редко находят такие порывы откровения, даже когда с ней беседует проникательный натуралист. Иное заболевание изучено куда лучше, чем оспа, о которой современники Дженнера только и знали, что это «моровое поветрие», а одолеть его до сих пор не удалось.

Среди неугомонной рати людских недугов особенно сильным, упорным и злым врагом человека оказался рак. Еще и теперь его цепкие клешни иногда намертво впиваются в тело.

Неудержимый, буйный натиск быстро размножающихся раковых клеток испытывают в первую очередь их мирные соседи — ткани, окружающие злокачественную опухоль. Прорвав их фронт на нескольких участках, она, как опытный стратег, клиньями устремляется в глубь и, проникнув в сосуды, забрасывает по кровяному руслу десант в самые отдаленные уголки человеческого организма.

Коварный, очень опасный враг! Чем отразить его смертоносные атаки, каким оружием смирить взбесившуюся ткань?

## **Первые находки**

Это началось восемьдесят лет назад в небольшом двухэтажном доме на тихой окраине Петербурга — Выборгской стороне. Необычным делом занимался здесь ветеринарный лекарь Мстислав Новинский. Товарищи его по Медико-хирургической академии писали диссертации о лечении лошадиного сапа и коровьей чумы, а он задался целью при-  
вить злокачественную опухоль здоровой собаке.

Новинский, конечно, знал, что такие попытки предпринимались уже не раз, и всегда безуспешно, да и у него на первых порах дело не клеилось. И все же после многих неудач он достиг цели: кусочек раковой ткани, взятый из носа больной дворняжки, прижился под кожей здорового щенка, а спустя несколько недель из него развился рак.

Новинский несколько раз повторял опыт — результат был неизменный: у щенят вырастала злокачественная опухоль. Тогда ученый осмелел и решился на более трудный эксперимент. «Если щенки действительно заболели раком, — рассуждал он, — то теперь они сами должны служить источником для новых прививок». Вскоре ему действительно удалось перевить эту вновь выросшую опухоль здоровым щенкам. Под микроскопом она оказалась очень похожей на кусочек ткани, взятой из носа дворняжки. Сомнений не оставалось: щенки болели настоящим раком.

Так впервые экспериментальным путем была создана биологическая модель злокачественной опухоли. Скромный ветеринарный врач и не подозревал, какую широкую перспективу открыла перед медициной его небольшая диссертация. Зато он твердо знал, что первый уверенный шаг на пути к уничтожению страшной болезни сделает тот, кто научится искусственно вызывать ее.

После Новинского было поставлено много экспериментов по пересадке опухолей между животными одного вида. Исследователи научились не только прививать рак, но и непрерывно перевивать его из одного поколения в другое. На смену щенкам-однолеткам пришли плодовитые мыши, из рода в род им пересаживали злокачественную опухоль. Один такой выводок мышинного рака, выросшего еще в 1905 году, живет и поныне. Эта своеобразная эстафета опухолевых клеток — пожалуй, первый случай за всю историю науки, когда человек преодолел силу времени и, пусть еще в лабораторном опыте, практически достиг бессмертия живой ткани.

Пересаживая опухоли, ученые выясняли особенности их роста, стали понемногу нащупывать способы укрощения взбунтовавшихся клеток. Хирурги узнали из этих опытов немаловажную новость: рак растет только за счет размножения собственной ткани, как бы из самого себя. Удалив его как можно раньше, до засева в другие органы, они с большим правом могли надеяться на успех.

Однако, даже умея пересаживать больную ткань, ученые не ответили на главный вопрос, давно волновавший людей: откуда берется та первая, самочинно возникающая опухоль, что служит источником для перевивок?

Бесхитростный вопрос этот оказался весьма замысловатым: нужно было доискаться изначальной причины внезапного превращения здоровых клеток в раковые, обнаружить зачинщика разрушительного мятежа живой ткани. Только тогда прояснилась бы загадочная природа опухолей.

Едва ли за последние полвека медики сталкивались с такой трудной и увлекательной задачей.

...Много воды пронесла Нева мимо старых приземистых зданий Медико-хирургической академии за те тридцать лет, что отделяют первые удачи Новинского от начала экспериментальных исследований Николая Николаевича Петрова. По воле случая оба они оказались питомцами академии, но, видно, молодому хирургу Петрову светила более счастливая звезда: вскоре после окончания учебы он поехал на несколько лет в Париж к Илье Ильичу Мечникову.

Там, в Институте Пастера, где все еще жило памятью его основателя, он понял, что самые крупные научные открытия нередко уходят корнями в пестрые и порой разноречивые подробности лабораторного опыта. И, когда, вернувшись на родину, он снова стал к операционному столу, чтобы ножом (увы, только ножом!) отсекал губительные клешни рака, в хирурге заговорил экспериментатор.

Петров отправился в лабораторию искать ответ, которого не давал ему хирургический скальпель.

Вначале он решил проверить, справедливо ли иные ученые считают виновником рака неиспользованные зародышевые клетки, дремлющие в организме еще со времени его внутриутробной жизни. Опыт был прост: он измельчил зародыши морских свинок и ввел их в почки взрослым свинкам. Много раз проделал ученый эту несложную процедуру, прежде чем убедился, что получить настоящую опухоль ему все же не удалось.

Неудача не огорчила Петрова, пожалуй, он был даже рад ей. Ведь если бы опыт прошел успешно и зародышевые клетки разрослись в рак, следовало бы серьезно подумать — не появляется ли человек на свет с врожденными зачатка-

ми злокачественной опухоли. Не очень-то приятно было бы узнать, что в теле от роду заложены смертоносные зерна, способные прорасти внезапно и по совсем неведомой причине.

## **Странная география**

Когда возникло подозрение, что виновники злокачественного перерождения ткани скрываются не в самом организме, а где-то вне его, ученые особенно энергично приступили к поискам этих таинственных недругов человека. И тут они вспомнили о трубочистах.

Это была невеселая история о простых английских парнях, с юных лет добывавших свой хлеб, выгребая сажу из чужих каминов.

Взрослому опуститься в дымовую трубу — дело нелегкое, зато семилетний малыш скользил через дымоход, как шомпол, унося на своей одежде и коже смолу и сажу. Такой мальчуган годам к двадцати пяти заболел кожным раком. Эту болезнь так и называли «рак трубочистов».

В прошлом веке палата общин издала наконец биль, запрещавший нанимать детей для очистки труб. «Лучше поздно, чем никогда», — сказали, наверно, трубочисты и... стали болеть к тридцати пяти годам. Похоже было, что парламентарии, как завзятые исследователи, решили для проверки изменить условия массового эксперимента. Но в этом не было нужды — английские врачи давно уже установили, что рак вызывают продукты перегонки каменного угля, оседающие внутри труб.

Со временем меры были все-таки приняты, и рак трубочистов исчез, но много лет спустя ученые, искавшие причину опухолей, вспомнили о нем и воспроизвели на животных.

Целый год терпеливые японские исследователи Ямагиwa и Ичикава дважды в неделю смазывали кожу мышей дегтем и в конце концов вызвали у них рак. То был первый успешный опыт искусственного воспроизведения злокачественной опухоли у здоровых животных.

Многим тогда показалось, что долголетнее следствие закончено и убийца, избалованный свидетельскими показаниями, предстанет наконец перед судом медицины. Но рак не сдавался. Как опытный преступник, он воспользовался противоречивыми уликами и снова запутал следствие.

Беда была в том, что не все экспериментаторы сумели вырастить на коже мышей злокачественное новообразование. У одних все шло гладко, зато другие чуть ли не каждый день смазывали спинки сотен зверьков дегтем, а опухоли и в помине не было. Нельзя было и шагу сделать вперед, не разобравшись в этом разногласии.

И вновь вспомнили о раке трубочистов. У него была загадочная особенность: он почему-то поражал главным образом англичан и чуть реже голландцев, особенно тех, кто пользовался привозным английским углем. Французы и немцы знали об этой болезни понаслышке, а в России она и вовсе никогда не встречалась. Странная все-таки география была у этой болезни. Что бы могла она значить?

Первая мысль: изучить химический состав всех каменноугольных смол, — он оказался неодинаков. Затем их проверили на мышах и сравнили: смолы действовали на подопытных по-разному... Газовая заняла первое место по опухолеродности, за ней следовали коксовальная и доменная, остальные были и вовсе безвредны. Поставили еще великое множество экспериментов, проверяли их и перепроверяли, но вывод оставался один: в природе существуют вещества, способные вызывать у людей рак.

Грустный вывод, но неизбежный. Чтобы победить врага, нужно его знать.

Шаг за шагом сужалось кольцо вокруг неизвестного недруга. И настал наконец день, когда он был обнаружен. Углеводород, бензпирен и некоторые другие ароматические соединения, извлеченные из смолы, безотказно вызывали у мышей раковые наросты. Смола очистилась от подозрений в опухолеродных свойствах, а первые попытки вызвать с ее помощью рак завершились открытием канцерогенов.

Здесь я мог бы закончить рассказ о многолетних поисках возбудителей болезни, если бы речь шла только о них. Но тем-то и сильна настоящая наука, что она не признает ни окончательных решений, ни исчерпывающих открытий, и каждая новая находка — лишь этап на ее пути.

Обнаружив химических возбудителей рака, экспериментаторы задали себе другой вопрос: каким образом болезнетворные углеводороды проникают в организм, как им удастся вообще нарушить нормальную жизнь клеток?



Да, рано еще было торжествовать победу. Ученые выискивали пока подступы к осмысленной борьбе с недугом.

И вот пришла пора познакомить вас с одним из главных, может быть, с самым главным и упорным ловцом канцерогенов — с профессором Львом Манусовичем Шабадом.

Я не знаю, какие демоны заставляют его уже сорок лет гоняться за этими ускользающими веществами, верно, он и сам чувствует, что к исследовательскому интересу тут примешался охотничий азарт. Но как же иначе! Сколько раз за эти годы ему казалось: вот она, цель, схватить ее, ощутить, наконец, в руке... А он и сегодня еще идет по следу.

## По следу

Главным орудием разоблачения рака Шабад почти сразу избрал новонайденные канцерогенные вещества — о них уже были известны очень интересные подробности.

Прежде всего выяснилось, что одно и то же химическое соединение может вызывать две разные болезни: кожный рак и саркому — злокачественную опухоль соединительной ткани. Стоит ввести канцероген под кожу — саркома неминуема. Иногда удавалось тем же веществом вызвать опухоль в мышце или на слизистой оболочке. Поневоле напрашивался вывод о единой природе многих опухолей.

Повторяя эти опыты, Шабад и его сотрудники заметили, что тем же способом можно вызвать доброкачественное разрастание ткани, не наносящее организму большого ущерба.

Опять неожиданное открытие: безобидные наросты и рак, оказывается, порой имеют одни корни. Вывод важный, сразу настороживший хирургов. Умудренные лабораторным опытом, они стали с большим подозрением относиться к своенравному поведению опухолей.

А спустя несколько лет из лаборатории Шабада пришло новое известие: доктору Морозенской удалось вызвать у мышей рак печени все той же несложной процедурой смазывания кожи канцерогеном.

Судьба химических возбудителей болезни в живом организме понемногу стала проясняться. Проникая через кожу, они не задерживаются на одном месте, а кочуют по всему телу, пока не закончат свои странствия в наиболее воспри-

имчивом органе. Здесь, в месте наименьшего сопротивления, канцероген разворачивается во всю силу. Так по крайней мере полагали в ту пору онкологи. И во многом не ошиблись, хотя многое еще не знали...

Можно сказать, Шабад и его ученики сделали все от них зависящее, чтобы малоизвестные дотоле канцерогены приобрели в медицине громкую славу. И врачи действительно обратили на них внимание. Особенно пристально к этим веществам с некоторых пор стали приглядываться гигиенисты, охранявшие чистоту городского воздуха. Уж они-то хорошо знали, что содержит копоть, летящая из заводских труб.

Два сибирских города — старый Иркутск и юный Ангарск — стали объектами придирчивого обследования, и вскоре ученые сообщили иркутянам и ангарцам, живущим по соседству, интересную новость. Оказалось, они дышат разным воздухом. Это была не метафора, а истина, подтвержденная точными анализами. Иркутянам сразу даже не поверилось, что каждый из них вдыхает дозу бензпирена, какая в Ангарске приходится на многих людей. Но, убедившись в этом прискорбном факте, они недолго доискивались способов его устранения.

В Иркутске теперь наново переоборудовали отопительные системы заводов, наладили более полное сжигание угля и торфа, устроили дымоулавливатели — словом, воздвигли настоящую противохимическую защиту.

Открытие приносило зримую пользу, и для Шаблада было великим соблазном продолжать поиски в направлении, сулившем наибольший успех. Но исследователя уже давно одолевало сомнение: только ли извне попадают в организм вещества, вызывающие опухоль? Он решил выяснить, нет ли у человека собственных возбудителей, неумолимого роста ткани.

Это была догадка, над которой стоило поразмыслить. Шабад снова засел за опыты.

День за днем мышам (опять эти горемычные мыши!) он вводил под кожу экстракт, изготовленный из печени человека, погибшего от рака. Восемьсот зверьков испытали на себе действие вытяжки, не содержащей ни одной раковой клетки. Через несколько месяцев, когда многие из них пали от злокачественных опухолей, Шабладу стало ясно, что сделано важное открытие: организм может самостоятельно выраба-

тивать канцерогенные соединения — он производит их на местном сырье. А в том, что такое сырье в нем действительно есть, можно было не сомневаться.

Уже давно было замечено, что возбудители мышинного рака, синтезированные в пробирке, связаны химическим родством с желчными кислотами и половыми гормонами. Если в теле людей постоянно находятся вещества, сходные по строению с канцерогенами, то в открытии Шабада, пожалуй, не было ничего неожиданного. Однако новизна в нем все-таки была. И немалая: такой подход направлял мысль исследователей на изучение тонких и сложных процессов, происходящих в клетке при зарождении опухоли.

И вот здесь, на самом доньшке клетки, у этого интересного домысла произошла неприятная встреча: он столкнулся, можно сказать, сшибся с вирусной гипотезой рака. Опыт Шабада с мышами был красив и доказателен, но толковать его, оказывается, можно по-разному: посчитать, например, что в экстракте больной печени были не канцерогены, а опухолеродные вирусы. И сразу все меняется: опыт тот же, а потаенная механика его совсем другая.

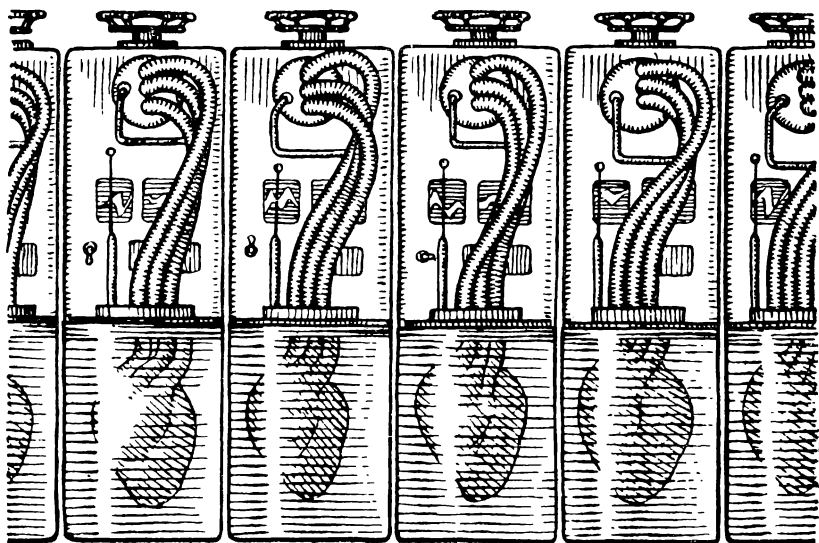
— Фильтр отцедил раковые клетки, пропустив только канцерогены,— утверждает Шабад.

А ему возражают:

— Вирусам эта дорога тоже не заказана, не зря же их называют «фильтрующиеся».

Раз так, значит, мышей могли поразить не одни химические вещества, и дело принимает совсем другой оборот. Но Шабад не сдается, говорит, что без канцерогенов эти таинственные возбудители рака не очень-то дают о себе знать. И действительно, отыскать вирус в больной клетке — задача необычайно сложная. Словом, тут целое хитросплетение обстоятельств, домыслов, фактов.

Еще не раз мы вернемся к этой сложной, мучительно трудной проблеме современной медицины — проблеме № 1. Вы увидите, сколько порождает она новых идей, дерзких догадок и строго продуманных опытов, как изменилось ныне само понятие «противораковый фронт», вобравшее в себя химию, математику, электронику. И вы поверите: есть, есть надежда, что короткое и грозное слово «рак» скоро навсегда утратит свое злое значение.



## В НЕДРАХ ЖИВОГО

На английских заводах, в цехах, где много несчастных случаев, висят плакаты: «Будьте внимательны! Бог сотворил человека, но забыл сделать к нему запасные части». В невеселом юморе этом скрыта горькая истина: ни заметить, ни воссоздать изувеченный или заболевший орган практически почти никому еще не удалось. И главная трудность здесь в удивительной неуживчивости человеческого тела с чужеродными органами и тканями. Как бы тщательно хирурги ни прилаживали их, через короткий срок они отваливаются, словно пришитые на живую нитку.

Тело человека не признает даже родственных связей: больной сын не может принять жертву от матери — ни один

ее орган ему не привьется. На земле не сыскать и двух человек, способных сделать друг другу такой подарок. Лишь однояйцевые близнецы могут обмениваться кожей, почками, но это случай довольно редкий. Неповторимая, как отпечаток пальца, мозаика белковых молекул, из которых соткан организм, не воспринимает ничего чужого.

Ученые создали аппараты, безукоризненно сшивающие сосуды и нервы, нашли антибиотики, что крепко держат на узде микробов, но они еще никак не могут одолеть главную преграду для беспрепятственной пересадки органов — несовместимость живых тканей. Мудрец, сказавший некогда: «Я человек, и ничто человеческое мне не чуждо», вряд ли подозревал, как нелегко будет медикам осуществить его слова.

Но не стоит тревожить древние тени, заглянем лучше в будущее. Вот интересная идея: выращивать ткани и целые органы, пригодные для людей, в особых парниках.

Будущее восстановительной хирургии... Какие заманчивые возможности сулит оно всем, кто жаждет исцеления!

Я ловлю себя на мысли, что даже самое слово «исцеление» изменит свой первоначальный смысл, когда болезни утратят власть над людьми. Ведь дело тогда пойдет не о временной починке больного организма — искоренять будут источник болезни.

Изношенный орган, пораженную ткань врач удалит без промедления, чтобы тут же заменить их свежими и полноценными. Медицина станет казначейством здоровья, где выдают не временное пособие, а безвозвратные ссуды. Придет же наконец день, когда врачи будут не по болезням, а по здоровью. И в некрологе о столетнем старце мы прочтем: «Безвременно погибший...»

Заманчив и увлекателен грядущий день врачебной науки.

## **Не по дням, а по часам**

...В приемном покое мигнул глазок радиосвязи, и почти в то же мгновение дежурный врач услышал знакомый голос. «Неотложка» сообщала: через три минуты в клинику поступит девочка, спасенная из горящего дома; диагноз — ожог

третьей степени. Голос на мгновение смолк, затем, дважды повторив какой-то номер, попросил срочно подготовить операционную. И не успел еще вертолет «скорой помощи» приземлиться на крыше больницы, как чьи-то руки поставили перед хирургом три плоские стеклянные чашки — в них розовела детская кожа. Мельком сверив номер чашек с переданным по радио, врач начал готовиться к операции. Прошла еще минута, и на обожженное тело лег первый лоскут, выкроенный из этой необычной заготовки...

Ожог! — и вот уже свежая кожа заполнила рану, приросла, как своя. Впрочем, она и есть своя: кожный лоскут вырастили из кожи этой девочки. Взятый загодя микроскопический кусочек рос на питательной среде в «банке тканей». Каждый человек мог сдать сюда ломтик мышцы, дольку печени, сердечное волокно — до экстренного случая. А там получай выросший лоскут, замещай пролежни.

Ожог, рана — и медики тотчас возместят потери за счет щедрого разрастания клеток, отданных некогда в рост.

Многочисленные потомки этих обособленных клеток-переселенцев вырастут в отличную живую ткань. Хирургам останется только кроить ее по своему усмотрению. Заказ, можно сказать, будет выполнен в буквальном смысле из материала заказчика. Ведь любая «заплата», пришитая больному, будет не чужая, а его собственная.

Раз так, неумолимый закон тканевой несовместимости теряет здесь силу. Его просто обойдут стороной. Если законы природы нельзя нарушать, это еще не значит, что в иных случаях их невозможно одолеть верно рассчитанным обходным маневром.

Возможно, биологи так и решат когда-нибудь задачу свободной пересадки свежесобранной кожи. И не только кожи.

Когда в клинику «скорой помощи» привозят человека, глотнувшего по ошибке концентрированной кислоты или каустической соды, хирургам приходится делать ему искусственный пищевод из его собственной кишки. Это очень сложная операция, но она — единственный путь к спасению. Слизистая оболочка сожжена безвозвратно, и другого выхода у врачей нет.

Нет сейчас, а со временем будет: взамен сожженной пересадят свежую и через две недели отправят домой.

Снова мечта? Да, конечно, но не совсем призрачная. Кое-что в этом вымысле реально уже сегодня.

Вырастить на питательной среде живую ткань ученые и теперь могут в любом количестве, был бы потребитель. Беда только в том, что эта оранжерейная ткань — чужак: организм человека не воспримет ее. И главная цель теперь — найти способ породнить их, проникнуть в секреты клетки, отыскать ключ к белковому шифру живой ткани. Когда он будет найден, перед восстановительной хирургией померкнет самая причудливая фантазия, — и не шагреневая, а обыкновенная кожа станет служить человеку.

Ни кожу, ни роговицу не нужно будет заимствовать на стороне. Помутневшую оболочку глаза застеклят заново тепличной. А ожог не заставит уж друзей пострадавшего жертвовать собственной кожей.

Да и то сказать, держится она совсем ведь недолго: организм не приемлет этот дар. И как бы ни был значителен подвиг людей, отдавших свою кожу, хирурги не знают ни одного случая, когда бы хоть частица ее прижилась прочно.

Разумеется, жертва эта совсем не напрасна. Врачи пересаживают кожу, заведомо обреченную на отчуждение, чтобы выиграть время. Эта живая повязка защищает тело от микробов и, главное, удерживает в нем белки, с губительной быстротой уходящие через обожженную поверхность. Когда опасность минует и на месте ожога появятся первые побеги свежей кожи, чужая служит им как бы строительными лесами. Потом тело сбросит ее. И пусть эта неблагодарность не смущает самоотверженных людей: они действительно выручили человека из смертельной беды.

Но неотложная помощь нуждается в самых разных, порой жизненно важных органах, а рассчитывать на такой подарок, как почка или легкое, хирургам не приходится. И потому еще во многих случаях главную надежду они, как во времена Гиппократы, могут возлагать лишь на целебные силы самого больного.

Малоутешительно для пораженного тяжелым недугом, но доктор горестно разводит руки: облегчить он может, а вылечить... Тут власть его пока ограничена.

Так нельзя ли ее расширить? Посеять, скажем, на искусственной питательной среде несколько клеток или крошечный зачаток, чтобы из них выросли целые пласты живой ткани, различные органы, железы — живые запасные части.

Конечно, это дело будущего. Но, надо надеяться, не очень далекого: ученые уже собирают с таких посевов первый урожай. Один из его ранних плодов — вакцина против детского паралича, полученная благодаря культуре почечной ткани обезьяны.

Еще совсем недавно биологи, разводившие изолированные клетки, слыли в ученой среде отчаянными фантазерами. Их радость по поводу выращенных в колбе нескольких миллиграммов мышечной или покровной ткани вызывала самые веселые шутки, а солидные журналы изредка печатали сообщения о посевах живых клеток как научный курьез. Тут действительно было чему удивляться. Исследователям, спокон веку ставившим опыты на мышах, кроликах и собаках, долгое время было невдомек, что могут дать науке клетки, живущие в стеклянной пробирке.

Прошли годы, пока новый способ завоевал всеобщее признание, а пионеры-мечтатели — славу перворазведчиков одного из самых интересных открытий нашего времени. Сегодня не сыскать, пожалуй, ни одной области экспериментальной биологии и медицины, где бы пренебрегали простым, доступным, всепроникающим методом тканевых культур.

Клетки-хуторяне, растущие вдали от материнской почвы, помогают ученым разоблачать зачинщиков внезапного озлобления здоровой ткани, вылавливать неизвестные вирусы, изготавливать вакцины против смертельных недугов, и не легко догадаться, в какие глубины живого позволяют они заглянуть завтра, сколько людей спасут от гибели.

## **Зерна жизни**

Раковая клетка — бунтарь-одиночка. Законы, управляющие ростом здоровой ткани, ей нипочем. Нужно ставить бесчисленные эксперименты на животных, чтобы отыскать хоть одно вещество, способное обуздать ее. Но когда такой препарат наконец обнаружен, нет уверенности, что он подействует и на человека. Найти спасительное средство долгое время казалось не проще, чем щепку в океане.

Теперь дело изменилось.



Тысячи синтезированных препаратов и антибиотиков испытывают на ломтиках удаленных опухолей. Больной орган, кусочками рассаженный по пробиркам, стал как бы гигантским тралщиком, вылавливающим в пучине химических соединений целительные лекарства.

Но одно дело убить рак в пробирке и совсем другое — в живом существе; на искусственном пастбище раковые клетки ведут себя совсем иначе.

Отобранный препарат пробуют на животных: он должен поражать только заданную цель, не затрагивая ее соседей. Выдержав все испытания, он выходит в финал: ему предоставляют право сразиться с опухолью человека. Но тут возникла драматическая ситуация: на ком проводить столь опасный эксперимент?

Идеальной моделью для него мог бы стать больной, но какой же врач пойдет на это! Клиницисты не любят рисковать. Так неужели снова возвращаться к кроликам и мышкам?

Пригодилась культура опухолевой ткани. Только разводить ее стали уже не в колбах, а в лабораторных зверьках. Удалось это, конечно, не сразу. Десятки лет ученые безуспешно пытались привить человеческую опухоль животным — мешала межвидовая несовместимость тканей.

Новый препарат — кортизон — устранил преграду: он подавил сопротивление чужеродным белкам. Применяв этот сильный гормон, ученые заставили кусочек раковой опухоли — саркомы, удаленной у больного, расти в теле хомяка. Опухолевая ткань хорошо прижилась здесь, не изменила себе — в общем, сохранила человеческий облик. В защитном мешочке хомяка она как под стеклышком.

Теперь противораковые средства можно испытывать на животных, в которых развивается злокачественная опухоль человека.

Вот вам и цена всем шуткам над тканью в колбе. Полублюбительские опыты с десятком изолированных клеток — и вдруг химиотерапия рака!

Крутой это был поворот. Лабораторный эксперимент открыл перед клиницистами новый горизонт, да еще на каком трудном пути.

Так порой и бывает: идея привлечет исследователя своей красотой, каким-то смутным обещанием открытия и лишь годы спустя он узнает ее истинную ценность. Шведский

аптекарь Шеел и сын английского суконщика Пристли, колдуя над своими пробирками, меньше всего думали о патентах и фабрикантах. Но открытый ими кислород оказался самым взрывчатым газом: он совершил переворот в металлургии. А Фарадей, Ампер, Араго! Их опыты не сулили поначалу никаких выгод, вызывали недоверие, порой усмешку. Но вся сегодняшняя электротехника держится на их отвлеченных экспериментах.

Изолированные клетки не претендуют, конечно, на такую роль, однако и за ними есть уже немалые дела.

Когда говорят о победе над полиомиелитом, неизменно называют имена американцев Джонаса Солка, Альберта Сибина и наших советских исследователей Анатолия Александровича Смородинцева и Михаила Петровича Чумакова. Все это справедливо. Однако мало кто знает, что все усилия вирусологов были бы тщетны, если бы профессор Гарвардского университета Джон Франклин Эндерс не вырастил культуры той ткани, на которой Солк создал свою вакцину.

Никто не думал, что вирус детского паралича обладает таким изощренным вкусом, плодится только на ломтиках обезьяньих почек.

Гастрономические причуды вируса недолго оставались его личным делом. Когда ученые задумали получить вакцину против полиомиелита, им в первую очередь понадобился его возбудитель. И какое бы сказочное количество почечного рагу вирус ни истреблял, исследователи покорно выполняли все его прихоти. Крепя сердце они тратили огромные средства, чтобы доставлять ему это дорогое блюдо, но повторяю: вакцину против инфекции можно сделать только из ее возбудителя. А тут предстояло приготовить прививочный материал для миллионов детей!

Неизвестно, чем бы кончилась вся затея, если бы не вспомнили, что вирус отлично плодится в культуре ткани — на почечных клетках. Эти микроскопические кормилицы оказались куда скромнее своих нахлебников: они прекрасно уживались в пробирках. С тех пор клетки растут на специальной питательной среде, а в них размножается вирус.

Из двух почек стали получать пять тысяч прививочных доз! Не знаю, как это новшество отразилось на финансах, но обезьяны на сей раз были спасены.

Теперь существуют лаборатории, где буквально не ступала нога животного. В них стоит необычная тишина, не слышно собачьего лая — все опыты проводятся на культурах тканей.

У этого своеобразного вегетарианства ученых большое будущее. Из одной обезьяньей почки они готовят две тысячи подопытных пробирок, а культуры клеток, выращенные из двух почек, позволяют добыть столько новых фактов, что для них не хватило бы и тысячи живых обезьян.

Пара мартышек взамен Сухумского питомника — для начала совсем неплохо! И к тому же, кроме возбудителя полиомиелита, вирусы гриппа, краснухи, ветряной оспы и многих других заболеваний тоже растут только на клеточных культурах.

Чувствуете, какого сильного друга обрели врачи в не-большом ломтике живой ткани!

Клетка стала теперь главной моделью жизни. На ней изучают законы наследственности и биологической совместимости тканей, причины злокачественных новообразований и капризы опасных вирусов — все загадки живой жизни. Но, будто поняв свое значение, она предъявляет исследователям все более высокие требования.

Час за часом, день за днем специальные аппараты снимают через микроскоп увлекательную киноленту. Эти фильмы из жизни клеток, когда на экране вместо кинозвезд крупным планом показывают величайшее таинство — деление клетки, захватывают зрителей, как самые волнующие ленты. На их глазах шевелящиеся живые диски заглатывают и переваривают пищу, они видят, как внутри клетки раздваиваются ядро и хромосомы — перед ними сама жизнь.

## **Орлиное сердце**

Да, именно об орлином, а не о собачьем и обезьяньем буду мечтать я, когда почувствую, как буксует усталое сердце. Что толку в собаке, когда век ее — лет пятнадцать, не более? Да и обезьяна, хоть претендует на родство с человеком, жи-

вет немногим больше, проводя свой досуг в прыганье по деревьям.

То ли дело сердце орла! Выносливость его поистине сказочна. Десятки, а то и сотни лет оно честно служит своему хозяину, парящему в заоблачной выси, и ни пороки, ни инфаркты ему не знакомы. Сильное, долговечное, оно не худ послужило бы и человеку. Орлиное сердце — окрыляющая мечта. Осуществима ли она?

«О замене сердца и легких у человека еще говорить рано...» — прочел я недавно в статье одного известного экспериментатора. Рано, а не безнадежно. Ибо здесь все та же помеха: вражда между разнородными тканями. Усмирив ее, человек сможет заключить сердечный союз с любым животным: биологи подскажут наилучший выбор, а хирурги скрепят отличными сосудосшивателями. Но до животных очередь действительно дойдет еще не скоро. Пока делаются лишь попытки приживлять людям человеческие органы.

Такие пересадки — я уже говорил — возможны только между однойяцевыми близнецами. Почка брата, подсаженная взамен больной, спасла американского юношу от гибели. Перекрестное кровообращение сроднило их тела задолго до появления на свет. Но много ли на свете таких счастливых случайностей? О них обычно говорят: исключения, которые лишь подтверждают правило. Я бы добавил: и таят возможность новых открытий.

Ведь если нельзя приспособить больного к чужим органам, это еще не значит, что никогда не удастся достигнуть обратного: приучить эти органы к телу больного. Разумеется, приучать их придется смолоду, еще зародышами включив в кровяное русло будущего хозяина, — а там, видимо, будут циркулировать вещества, подавляющие белковую вражду тканей. Такие органы будут не только кровь от крови, но и плоть от плоти больного. Вскормленные им, они, может статься, прочно займут место утраченных.

Хочется верить, что недалек день, когда в больших городах откроют новые медицинские учреждения — «Банки тканей и органов». В них будут хранить запасы кожи, мышц, костей, желез и, быть может, даже сердца.

Богатства, накопленные в этих хранилищах, никогда не иссякнут, ведь рост каждой клетки идет в геометрической прогрессии, потомство ее неисчислимо — словом, банк навсегда застрахован от краха.

Уже и сейчас в разных странах накоплены большие заготовки тканей. Ими будут пользоваться не только экспериментаторы, но и хирурги. Придет время и в этих банках появятся человеческие органы. Тогда запасы их станут драгоценнейшим достоянием людей: ведь дело идет о здоровье, иногда о самой жизни.

Тут я и мог бы закончить рассказ о будущем, да помешало настоящее: несколько лет назад мир облетела весть об удачной пересадке чужой ткани. То был первый успех — после долгих поисков и разочарований мечта начинала сбываться. И я, вчерашний мечтатель, должен был уже догонять действительность.

Но как же удалось все-таки обмануть живой организм, подавить его извечную брезгливость ко всему чужому?

Помог случай. Тот самый, что отыскивает лишь тех, кому он до разреза нужен. О нем обычно говорят: счастливый. На этот раз открытие началось с несчастья.

## **Луч надежды**

...Ни взрыва, ни боли, ни крови. Незащищенные, они стояли у атомного котла, когда стрелка прибора, внезапно дрогнув, просигналила: реактор включен! Мгновенно их пронзила огромная доза губительных лучей. Ее никто не почувствовал, но каждый понял: впереди смерть.

Неужели все так просто? Один не выдержал, кинулся к счетчику радиоактивности. Да, отныне все предрешиено: сначала выпадение волос, обмороки, потом катастрофа кровотока — и конец.

Так сентябрьским днем 1958 года в глухой тишине лаборатории шесть югославских физиков незаметно переступили порог жизни.

Глубокой осенью их привезли в Париж. И тут врачи Института Пьера Кюри сказали прямо: на пощаду может рассчитывать только один, остальные получили по несколько смертельных доз облучения, выбивших из строя весь костный мозг. Кожа, мышцы, кости почти невредимы, но нежные костномозговые клетки, чеканящие за сутки сотни миллиар-

дов кровавых шариков, обречены на гибель. Лучи разрушили этот удивительный монетный двор, а вместе с ним — надежду на спасение. Клетки крови недолговечны, они живут немногим более ста дней. Еще раньше гибнет человек, лишенный источника постоянного обновления крови.

Переливание? Возможно, оно облегчит их участь. Облегчит, но не изменит: перелитые кровавые тельца разрушаются еще быстрее собственных. К тому же они — чужеродный белок, и по известному закону организм тут же вступает с ними в борьбу. Такая нагрузка быстро изнурит больных.

С помощью сильных антибиотиков они едва отражали натиск микробов. Но даже этот мощный антибактериальный щит ненадолго заменил им белые шарики крови, принявшие главный удар атомной радиации.

Шел ноябрь — последний месяц жизни. Ни переливания, ни противомикробные препараты уже не помогали. Основной запас крови иссяк и почти не восполнялся. Когда до смерти остались считанные дни (а они были вычислены точно), врачи решились на последнее средство. Умирающих повезли в операционную.

Директор института профессор Матэ задумал пересадить им здоровый костный мозг. Ученый понимал дерзость этой затеи, но больше терять было нечего. Он пошел против природы живой ткани, ибо победа над ней стала бы здесь торжеством над смертью. На что же рассчитывал этот смельчак? Уж не затеял ли он опровергнуть закон несовместимости?

Едва ли: Матэ знал силу белковой вражды. Но ему было известно и кое-что другое. Опытный клиницист, он участвовал в экспериментах, нащупавших путь к перемирию, к короткому, худому, но миру. Правда, все это было еще очень далеко от людей. Главными героями научных сообщений по-прежнему оставались мыши, крысы и морские свинки, а ведь каждому экспериментатору хорошо известно, какая пропасть отделяет их от человека. Матэ должен был перешагнуть ее.

Опорой ему стал один интересный факт.

Исследователи знали, что облученные мыши становятся жертвами самых безобидных микробов. Радиация, так же как и кортизон у хомяков, круто понижает невосприимчивость мышей к инфекциям. Она сводит иммунитет почти к нулю.

Тут следует напомнить, что все бациллы — тоже мель-

чайшие белковые тела. И тем не менее они свободно уживались в теле облученной мыши. Пораженный костный мозг прекратил кроветворение и, главное, не вырабатывал анти тела — защитные белки, отражающие все чужеродное — от вируса до целого органа.

Хорошо: микробы, конечно, гости незваные, но нельзя ли воспользоваться отсутствием антител, чтобы вселить в больной, несопротивляющийся организм спасительные клетки чужого костного мозга?

Догадка обещала важное открытие. За ней последовал опыт. Не очень сложный, в нем участвовало всего два действующих лица: здоровая крыса и мышь, подвергнутая смертельному облучению. Из берцовой кости крысы добыли свежие костномозговые клетки и ввели в кровь обреченной мыши.

Проходили дни, недели — зверек чувствовал себя отлично, словно ему ничто не угрожало. Он и вправду был спасен: прививка удалась. Крысиные клетки, поблуждав по кровяному руслу мыши, нашли свое место. Они осели в разрушенном костном мозге. Не в печени, не в легких, а только в костном мозге!

Отыскав своего истинного хозяина, клетки-новоселы тут же принялись за работу. Уже через две недели после пересадки они настолько освоились, что полностью заменили мышинный костный мозг. Мышь «окрысилась» в самом лучшем значении этого слова: все элементы ее крови стали крысиными.

То был первый удачный опыт полного замещения костномозговой ткани, уничтоженной облучением. Он и толкнул французских врачей на смелое решение.

Четверо добровольцев дали для пересадки свой костный мозг. Тонкая стальная игла отсосала его из бедренной кости. Усыпленные доноры не успели еще прийти в себя, как их мозг был привит жертвам лучевой болезни. Теперь нужно было ждать.

Ведь ожидание и сомнение — вечные спутники больших открытий. Привив вакцину против бешенства смоленским крестьянам, здесь, в Париже, почти век назад проводил бессонные ночи великий Пастер. Спустя много лет его друг Илья Ильич Мечников томился в тяжких угрызениях совести около постели конюха Жюпиля, который выпил вслед за русским ученым разводку холерных вибрионов.

А в далеком Бомбее некогда жил в постоянной тревоге за жизнь миллионов индийцев доктор Владимир Хавкин, прививший этим людям испытанную на себе противочумную вакцину. Ждали и в Институте Пьера Кюри.

Один больной умер, в тот сентябрьский день он стоял к реактору ближе всех. Но вслед за этой смертью произошло чудо. В крови других физиков изо дня в день появлялось все больше и больше полноценных, жизнедеятельных эритроцитов. Кровяное русло медленно нагружалось драгоценной ношей. И пришел наконец день, когда и врачам и больным стало ясно: смерть отступила. На время или навсегда — это еще неизвестно. Однако отступила!

Пересаженные клетки привились. Организм покорно принял этих чужаков. Лучи, уничтожившие костный мозг, подавившие кроветворение, сломили сопротивление чужим тканям. В самом несчастье были заложены зерна спасения. Разглядев их, ученые заставили смертоносные лучи работать на жизнь.

Первая удача — мать надежды. Она позволяет и помечтать. Мысль, конечно, снова возвращается к пересадкам. Костный мозг прижился, так, может быть, этим же способом удастся пересадить другие ткани и даже органы?

Мне очень хотелось ответить на этот вопрос утвердительно, но здесь есть много препятствий.

Снизить иммунитет большими дозами радиоактивных лучей — задача несложная. Однако такое облучение, вы сами видели, далеко не безвредно: вместе с невосприимчивостью падает и кроветворение. Опасность слишком велика.

За ней следует другая, еще более грозная — рак! Лучи порождают у подопытных животных множество опухолей. Никто, понятно, не станет подвергать больного подобному риску. И, наконец, очень важно знать, насколько прочны будут узы, связывающие человека с вновь обретенным органом, не расторгнут ли их антитела, когда иммунитет возродится...

Тут мне послышалось, что кто-то робко возразил, вернее, пискнул. Ба, да это наша старая знакомая — «радиоактивная» мышка! А ведь и впрямь, жила же она какое-то время с пересаженными клетками вопреки моим рассуждениям. Как это понять?



С мышью все было проще. Она действительно взяла крысиный костный мозг напрокат. Как только восстановился ее собственный, он, как ревнивый хозяин, изгнал чужаков из своих владений. Но мышь уже не нуждалась в чужой ткани: одновременно с костным мозгом возродилось ее кроветворение. И, хотя антитела отчаянно боролись с пересаженными клетками, мышь была уже в полной безопасности: ее воскрешая костномозговая ткань исправно штамповала кровяные тельца. Словом, при таких пересадках иммунитет и кроветворение — два конца одной палки: одним бьет, зато другим вытаскивает из беды.

Вытаскивает, да не до конца. Отделаться от подарка спасенная мышь так просто уже не могла. Крысиные костномозговые клетки, давшие ей кровь, теперь сами стали вырабатывать против нее антитела, попросту говоря, бороться с приютившим их организмом. Клетки-гости поссорились с хозяйской-мышью. Изгнанные с насиженных мест, они переселились и как ни в чем не бывало приступили к обычному занятию — штамповке антител.

Такой исход можно было предвидеть: ведь мышь-то для этих пересаженных крысиных клеток тоже чужая. И тут уж в силу вступил закон невосприимчивости: иммунные тела, выработанные дареными клетками, атаковали свою новую хозяйку, так сказать, в ее собственном доме.

Мышь заболела вторичной лучевой болезнью. Это одно из самых опасных осложнений при подсадке костномозговой ткани. И оно в такой же степени, как подопытным мышам, угрожает людям.

Теперь уже ясно: пересаженные клетки — оружие обоюдоострое и порой оборачивается против самого хозяина. Поэтому исследователи заняты сейчас поисками средств, способных освободить организм от подсаженных кроветворных клеток до того критического момента, когда они из закадычных друзей превращаются в злостных недругов.

Однако вернемся к нашей «радиоактивной» мышке.

Она довольно хитра: стала пренебрегать чужим добром как раз в тот момент, когда к ней вернулось собственное. Удачное совпадение! Но другие органы, к сожалению, не могут на него рассчитывать. Если они отвалятся, их восполнить некому.

Я вижу на лице читателя невеселую улыбку: ну вот, обычная история — начал за здоровье, а кончает... Не спешите

те, дорогой друг, надежда есть. И очень большая. Удачный эксперимент в Париже сулит бесславный конец некоторым тяжелым недугам крови.

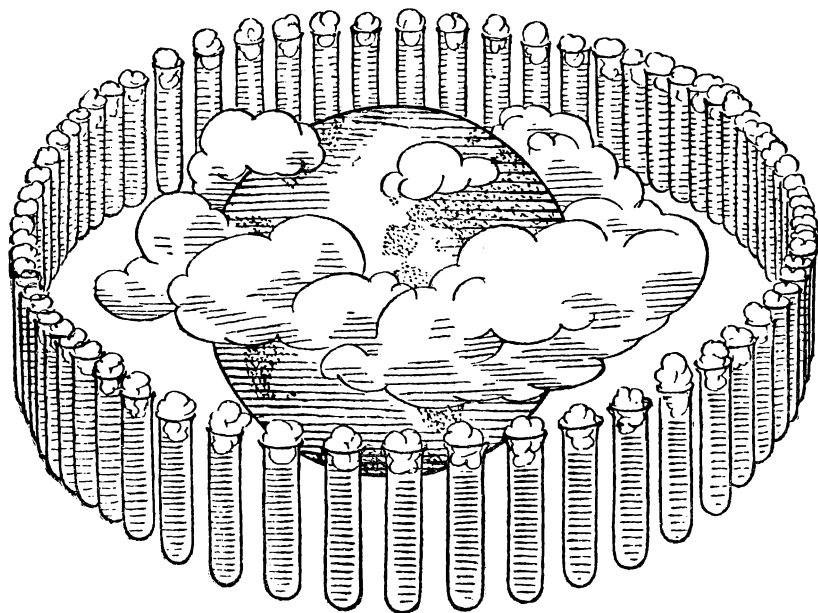
Ученые сейчас нацеливают атомные пушки на рак белой крови — лейкоз. Эта болезнь коренится тоже в костном мозге. Слово охваченный безумием, он выбрасывает в кровь огромное количество белых шариков. Лавина лейкоцитов вытесняет красные тельца, а вместе с ними — жизнь.

Остановить такую атаку могут только радиоактивные лучи: они уничтожат источник бедствия — костный мозг. Правда, вместе с опухолевыми погибнут и нормальные клетки, но это искупительная жертва. Она даст полную уверенность, что в теле не осталось ни одного зернышка рака. На такую целину и будут прививать здоровый костный мозг, взятый от доноров или животных.

Проникая в тайну клеток, биологи как бы расщепляют эти атомы человеческого тела, обращают заложенные в них секреты на пользу людям.

Но клетка интересна не только биологам и медикам, она — прообраз химического завода будущего. Территория ее невелика, но здесь идет на редкость точная и последовательная сборка белковых молекул. Технология микроскопического комочка живой ткани прекрасно организована и удивительно неприхотлива: она рассчитана на обычную температуру и нормальное давление. А продуктивность клетки ни с чем не сравнима. Ее химический «завод» производит одновременно белки, углеводы, жиры, гормоны, ферменты и множество других веществ, которые тут же включаются в работу. И все это на самом простом сырье. Тут есть над чем задуматься и биологу, и химику, и особенно инженеру: автоматика организма может стать прекрасным образцом для автоматизации производства.

Увидев клетку, человек впервые задумался над великим таинством обновления живых тканей; пристально взглядевшись в нее, он, быть может, поймет жизнь. Тогда он станет ее хозяином.



## МНОГОЛИКИЙ НАСТУПАЕТ

Грипп словно в семимильных сапогах. Они носят его по свету, минуя государственные границы и карантин, через горные хребты и океанские просторы. Не успеют его обнаружить где-нибудь в Сингапуре, глядь, а он уже валит с ног турок, ливанцев, египтян, учинил набег на Индонезию, подобрался к Австралии, забросил десанты в Нигерию и Чили, атакует города Европы и Америки. Тайга и джунгли, тропический зной и полярная стужа, экваториальные ливни и степной суховец ему не преграда — он шагает через все барьеры.

Между весной и осенью 1957 года недуг-скороход взял в осаду весь мир. Больше полутора миллиардов человек заразились этой прилипчивой болезнью, десятки тысяч стали ее жертвами. И так бывало уже не раз.

Передо мной эпидемический атлас Земли: нет здесь, кажется, ни одного чистого места. Как на карте боевых действий, мечутся между материками и странами черные стрелы, отмечающие гигантские трансконтинентальные броски вируса.

## **Нечестный вирус**

Эпидемия в тот год охватила всю планету. Когда наконец она стихла, людям было над чем задуматься. Покорив чуму, оспу, холеру, они до сих пор беззащитны перед капризами гриппозных вирусов. И дело здесь не в особой силе вируса, а в его тактике — стремительной и коварной.

Грипп ведет себя по отношению к людям не совсем честно. В отличие от многих добропорядочных инфекций, дарящих на память переболевшим длительный и прочный иммунитет, он оставляет, главным образом, неприятные воспоминания. Гриппозный вирус скуповат на такой драгоценный сувенир, как невосприимчивость. Покидая организм, он не сжигает за собой мостов, подобно возбудителям оспы и кори, поражающим человека лишь раз в жизни, а оставляет слабый и недолгий иммунный след — предусмотрительность, свойственная всем микробам-рецидивистам. Но порой она оборачивается против самих микробов.

Пока грипп безнаказанно нападает на людей, их защитные механизмы тоже не бездействуют. Обороняясь от врага, они копят силы и в конце концов начинают успешно отражать его натиск. Вирус теряет главное прибежище: клетки человеческого тела, в которых он обычно растет и размножается, беспощадно уничтожают своего постояльца. Лишенный крова и пищи, он обречен.

Но вот что интересно: от полного вымирания его спасают опять же люди. Невосприимчивые к старой форме вируса, они заставляют его выработать другую, еще никому не ведомую разновидность.

Словно почуяв смертельную угрозу, вирус проявляет невероятную изворотливость: он теряет лицо. Изменив бел-

ковую структуру своей оболочки, он через некоторое время возвращается в новом обличье и, неопознанный, опять входит в нашу жизнь.

Не знаю, подозревают ли микробы о существовании дарвинизма, но естественным отбором они пользуются довольно умело. И даже привлекают себе в помощь человека. Ведь это он, отбирая, помимо своего желания, наиболее устойчивые формы вируса, становится невольным селекционером самых породистых, живучих возбудителей гриппа.

Так в чем же все-таки причина удивительной стойкости, сокрушительной силы этого сезонника?

Несколько лет назад сотружник Института вирусологии Владимир Иванович Гаврилов поставил проверочный опыт. «Если вирус действительно меняется в природе, — подумал ученый, — отчего бы ему не повторить эту склонность к метаморфозам в лабораторном опыте, скажем, на белых мышах». И он заразил их гриппозным вирусом.

Зверьки чихали, температурили, но были вознаграждены — через месяц у них развилась необычайно сильная устойчивость к болезни. Сотни тысяч смертельных доз вируса не причиняли им ни малейшего беспокойства. Легкие их кишели микроорганизмами, а они преспокойно грызли сухари. И хотя вирус размножался со стремительной быстротой, мышам он был нипочем: здоровье их не покидало.

Тогда ученый продолжил опыт. Он умертвил несколько невосприимчивых мышей и, размельчив их легкие, заразил этим препаратом следующую группу привитых зверьков. Микроб снова потерпел поражение — мыши не заболели. Гаврилов использовал их легкие для дальнейших пересевов.

Много раз повторял он эту операцию, снова и снова пропуская вирус через легкие грызунов. Но подопытные мыши упорно не желали болеть. И лишь проведя около ста таких дуэлей, вирус внезапно обрел убийственную силу — наповал сразил мышей, еще недавно относившихся к нему с полным безразличием.

Антитела, выработанные мышами против вируса, уже не могли с ним справиться: они были все те же, зато вирус стал иным. Исподволь накопив вредоносные свойства, он вдруг обернулся боеспособным, активным возбудителем болезни. Теперь ученый знал твердо: сила вируса, вся его агрессивность выковались в непрерывной схватке с защитными силами организма.

Независимо от Гаврилова и даже немного раньше такой же опыт поставила ленинградка Татьяна Яковлевна Лузянина. Результаты их исследований совпали. А спустя несколько лет выводы советских ученых подтвердили американские микробиологи Джербар и Лузли. Так в эксперименте была доказана изменчивость вируса гриппа под влиянием иммунитета — главная причина многочисленных эпидемий.

Микроб запускает самые мощные защитные приспособления человека. Организм вводит в бой свою гвардию — иммунные тела. Подвижные, цепкие, они беспощадно уничтожают врага, но именно в этом смертельном поединке постепенно выковывается еще более сильный и опасный возбудитель болезни. Причина и следствие меняются местами — борьба продолжается.

Что и говорить, нездоровые отношения сложились между вирусом и человеком!

Несколько лет люди служат живым полигоном, где вирусы совершенствуют боевые свойства, пока один из них не рождается вполне приспособленным к новым условиям. Ему-то и предстоит стать родоначальником бесчисленных поколений нового возбудителя болезни. Такой новорожденный через два-три года отмечает свое появление на земле сокрушительной эпидемией в нескольких странах. А спустя пятнадцать — восемнадцать лет, достигнув совершеннолетия, он так резко отличается от прародителей, что волен рыскать по всему свету, почти не встречая сопротивления. Иммунные силы людей не выдерживают неожиданной встречи с новым типом вируса. Покоряя их, он прокладывает дорогу мировой пандемии.

Так было и весной 1957 года.

## **Атака**

Грипп вышел из подполья внезапно. В марте он объявился на севере Китая, рывком пересек по меридиану всю страну и через две недели уже бушевал в Гонконге. Отсюда он, как древний завоеватель, отправился в поход по странам Азии. Меньше чем через два месяца почти весь материк был

охвачен эпидемией. Когда несколько недель спустя болезнь открыла фронты в Австралии, Африке, Америке, стало ясно, что ее не минует и Европа.

4 мая во Всемирную организацию здравоохранения пришел первый сигнал бедствия. Пораженный гриппом Сингапур предупреждал о стремительном наступлении и необычайной силе вируса. У эпидемиологов возникло подозрение, что родилась особая, никому еще не известная форма возбудителя болезни.

И действительно, вирус, выделенный у больных сингапурцев, заметно отличался от своих предшественников: сыворотка, полученная из крови людей, совсем недавно перенесших грипп, его не обезвреживала. Она не содержала против этого вируса защитных белков — антител. Устойчивая лишь к тем микробам, с которыми ей уже приходилось вступать в борьбу, сыворотка свидетельствовала, что с таким врагом еще не встречалась.

Ученые получили подтверждение своей догадки: вирус действительно был нов и опасен.

Вскоре из разных лабораторий пришло еще одно важное доказательство. Новичок совсем не походил на хранившиеся там разновидности вируса, свирепствовавшие в прошлые эпидемии. И ни одна сыворотка не могла с ним сладить. Животных заражали всеми известными возбудителями гриппа, но антитела, добытые из их сывороток, были против этого вируса бессильны: они сталкивались с ним впервые.

Быстро, резко изменив биологические признаки, вирус на некоторое время вышел из-под власти защитных сил людей. Внезапность сделала его атаку почти неотразимой. Не было сомнений, что это преимущество противника доставит врачам немало хлопот.

Многоликий враг усложнил их задачу еще и тем, что не пользовался наемным транспортом. Путешествуя от больного к здоровым по воздуху, он обходился без помощи обычных переносчиков заразных болезней — кровососущих насекомых. А ведь именно эти промежуточные хозяева микробов нередко позволяют медикам оборвать цепочку инфекции.

Вирусный возбудитель желтой лихорадки исчез вместе с москитами, малярия тоже не выдерживает долгой разлуки с комарами, давно разоблачены чумные блохи. Здесь же эпидемиологи не могли применить излюбленный метод. Ви-

рус гриппа нашел надежное укрытие: его единственное пристанище — человек.

Слизистая дыхательных путей для вируса нечто вроде инкубатора. Тут он не только спасается от гибели, но и находит все необходимое для продолжения рода. Клеточная протоплазма служит ему отличным сырьем. Он буквально съедает ее, чтобы через два часа увеличить потомство в десятки раз.

Юное поколение следует примеру отцов. Проникая в здоровые клетки, оно бесцеремонно пользуется их белками.

Приспособив чужие прозапасы к собственным нуждам, вирус, казалось, обеспечил себе безбедное существование. В клетке он и на самом деле мог считать себя почти неуязвимым. Но именно здесь удалось наконец нащупать путь к его истреблению.

Прежде всего выяснилась одна характерная черта вируса — он оказался существом весьма негостеприимным: заняв клетку, никого из собратьев туда не допускал. Свой дом вирус запирает особым ключом — ферментом собственной оболочки. Это сложное химическое вещество помогает ему проникнуть внутрь клетки, как бы продыривать в ней лаз, и в то же время лишает ее возможности приютить другого постояльца. Мостик, по которому вирус залез в протоплазму, на некоторое время словно ломается, и, сколько бы вокруг ни топталось его бездомных соплеменников, клетка не может никого принять: номер занят.

Правда, жилец пробудет там недолго. Он даст здесь лишь начало многочисленным потомкам, а те вскоре покинут насиженное место. Поврежденная переправа восстановится — и клетка вновь будет готова принять постояльца.

Однако на сей раз ей предложат иных кандидатов на постой. Вирусологи хотят пустить сюда спокойных жильцов: всю слизистую оболочку, все номера этой живой гостиницы заселить безвредными вирусами. Расчет тут прост: к моменту нашествия гриппозных мосты будут сломаны, а клетки слизистых заняты безобидными квартирантами. Отвадив таким способом непрошенных гостей, медики надеются в конце концов одолеть их.

Очень соблазнительно обладать такой управляемой невосприимчивостью во время эпидемии! Она оградила бы от



болезни десятки, быть может, сотни миллионов людей, спасла множество человеческих жизней. Порой ведь и грипп уносит их немало. За ним числится преступный мировой рекорд: по количеству заболеваний он перекрыл все существующие на земле инфекции, вместе взятые. И как бы ни был мал у этого мимолетного недуга процент смертности, каждая эпидемия наносит людям чувствительный удар.

Вирусологи задались целью отвести его. Им давно не дает покоя заманчивая мысль получить против гриппа действенную вакцину. Но где взять безобидных жильцов? Кто натренирует клетки против вируса?

Лучшим двойником для такой репетиции был, конечно, сам возбудитель болезни, но только ослабленный. Поэтому ученых особенно интересовали превращения вируса: можно ли заставить его изменяться по заказу в лабораторных условиях? Такой одомашненный тип, размножаясь в слизистых оболочках, вызывал бы не болезнь, а наоборот, невосприимчивость к ней. Он провел бы с организмом генеральную репетицию, после которой встреча с возбудителем недуга была бы не очень страшна.

И вот тогда непостоянство вируса сыграло с ним плохую шутку. Обычно он исчезал, чтобы через некоторое время вернуться под другой маской. А тут медики задумали обратить изменчивость этого хамелеона против него самого.

Они хотели получить вакцину из обессиленного возбудителя гриппа, задумали переделать его.

Многих микробов удалось им перевоспитать в духе человеколюбия, но гриппозный вирус — создание особого сорта. Способен ли этот ветреник хоть раз искупить грехи?

## **Укрощение дикая**

Еще задолго до эпидемии 1957 года проводились опыты, которые должны были выяснить, как возбудитель гриппа ведет себя в неволе, можно ли его приручить, заставить работать на человека. Дело это, разумеется, было не из легких, но какой же охотник пустится за зверем, не зная его повадок. Вирусологи не делали для себя исключений — они знали, что противник их куда ловчее, изворотливей любого зверя.

Но как бы ни был вирус загадочен и неподатлив, исследователи выпытали у него важный секрет: наращивая губительную силу против мышей, как то было в опыте Гаврилова, он одновременно терял способность поражать людей.

Это открытие позволило биологам повернуть его болезнетворные свойства вспять. Теперь, когда в их руках был надежный метод выведения ослабленной, чахлой породы вируса, они могли приступить к осуществлению задуманного плана.

Мне вспомнился сейчас один из первых экспериментов, поставленный еще в тридцатых годах ленинградским вирусологом Анатолием Александровичем Смородинцевым. Размножая вирус гриппа в легких мышей, он получил тогда живую вакцину и успешно применил ее на людях.

Но для вакцины нужно очень много сырья. Мыши тут не годятся. Да и легкие их оказались не очень подходящим инкубатором для вируса — к нему здесь примешивались посторонние микробы. Нужно было подыскать для него другой питомник — теплый, с готовой пищей и гарантированной чистотой.

Задача сложная, но удачное решение лежало совсем недалеко: ученые предложили вирусу особую диету — куриные яйца. Введенный шприцем в зародыш цыпленка, он размножался там со сказочной быстротой, а главное, терял болезнетворную силу. Стерильность обеспечивала яичная скорлупа, питание — белок. Просто и недорого. Пяти кубических сантиметров жидкой культуры вирусов достаточно, чтобы заразить тысячи яиц и через двое суток добыть из них литры вакцины.

Однако прежде чем размножить, вирус нужно воспитать. Что толку в литрах, если он вообще не проявит интереса к человеку. Микроб, из которого готовят вакцину, всегда нужно в какой-то мере сроднить с будущим хозяином, чтобы при встрече он не проскочил мимо, остался на время репетиции в организме.

Познакомили их заочно: вирус растили в клетках человека, которые жили отдельно, на специальной питательной среде.

Необычная пища не изменила отношение этих хуторян к вирусу. В лабораторных чашках они оказали ему такое же гостеприимство, как у себя дома — в носоглотке. Десять — двенадцать пересевов из одной чашки в другую и

вирус стал их неизменным постояльцем. Теперь из него можно было готовить вакцину на куриных зародышах.

В особых камерах, облучаемых ультрафиолетовым светом, из яиц отсосали вирусный приплод. И вот наконец чистая, запаянная в ампулы вакцина готова к встрече с врагом.

Однако такой вакциной можно обезвредить только известный вирус — тот, что пошел на ее изготовление. А возбудитель азиатского гриппа, рожденный в борьбе старых вирусов с человеком, атаковал миллионы людей, никому заранее не представляясь. Как его одолеть?

## Контрудар

Когда из Сингапура пришли тревожные вести, наши медики начали энергично готовиться к визиту азиатского недуга. Грипп наступал, но и они не мешкали — было ясно: победит тот, кто раньше развернет боевые порядки.

Вот здесь-то и сказалось главное преимущество неприятеля — внезапность удара. Врачи приложили немало усилий, чтобы смягчить его. Предотвратить эпидемию они, конечно, не могли, но защитить от нее были обязаны.

Свыше двадцати пяти тысяч коек стояли наготове, в большие города со всех концов страны свозили оборонительное оружие — антибиотики, химиопрепараты, лечебную сыворотку. К врачам и сестрам присоединилась молодежь из медицинских институтов и училищ. Разворачивалось крупное сражение. В его штаб — Противогриппозный центр СССР — из далеких уголков страны непрерывно поступали сводки о ходе боев и всех маневрах противника.

Однако главного оружия — вакцины против нового вируса у врачей по-прежнему не было. А ведь только она могла нанести решительный контрудар. Стоит ли говорить, как спешили вирусологи изготовить такой препарат?

Но не так-то просто обуздать дикаря. Прежде всего он не захотел размножаться в культурах клеток. Его не стали принуждать — слишком дорого было время. Проигрыш каждого дня означал тысячи новых заболеваний. В июле грипп подошел к границам Советского Союза, его ждали у нас к осени. Где уж тут было думать о дрессировке вируса на че-

ловеческих тканях! Нужно было срочно делать новую вакцину. Миллионы доз. И они были сделаны.

Вирус, выделенный у больных, растили только на куриных зародышах. Он долго не поддавался, но после многих пересевов все же потерял болезнетворную силу. Тогда его пустили в производство. Вакцину высушили и на самолетах отправили во все концы страны. За время пандемии ее тираж достиг астрономической цифры — пятнадцати миллионов доз. В Харькове, Риге, Воронеже она круто сбила эпидемическую волну.

Препарат был активен, боеспособен, но не для всех пригоден. Маленькие дети, которым грипп иногда угрожает смертью, плохо переносят живую вакцину. Их лечат антибиотиками и лошадиной сывороткой. С вирусами здесь борются антитела, заимствованные у животных. А человеку, даже очень юному, важно иметь собственный щит против болезни.

Живую не переносят, а от мертвой пользы немного — как быть?

Опять бьется мысль исследователя над неприступной загадкой. Может быть, у детей надо вырабатывать активную невосприимчивость в два приема: вначале безопасным убитым вирусом, а потом живым? И этот последний соединить в вакцине с возбудителями коклюша и дифтерии. Тогда тройственный союз микробов даст сразу тройной иммунитет. Да, кажется, задача нашла удачное решение. Но тут опять новая трудность.

Быстро приготовить вакцину — вы уже видели, — медики могут, лишь точно определив вирус, напавший на людей. Для вакцины эта точность просто обязательна: изготовленная по всем правилам, она будет абсолютно бесполезной, если ее сделают не из того вируса, что вызывает болезнь. А обнаружить подлинного возбудителя всегда трудно.

Издавна принято опознавать микроб по его отношению к заведомо известной сыворотке: они вступают в реакцию только при ближайшем родстве. Зная сыворотку, можно определить и связанный ею микроорганизм. Но такой способ требует много времени и не всегда дает правильный результат. Сейчас ищут более надежные, скоростные

приемы; появился интересный метод опознавания вирусов с помощью светящихся антител.

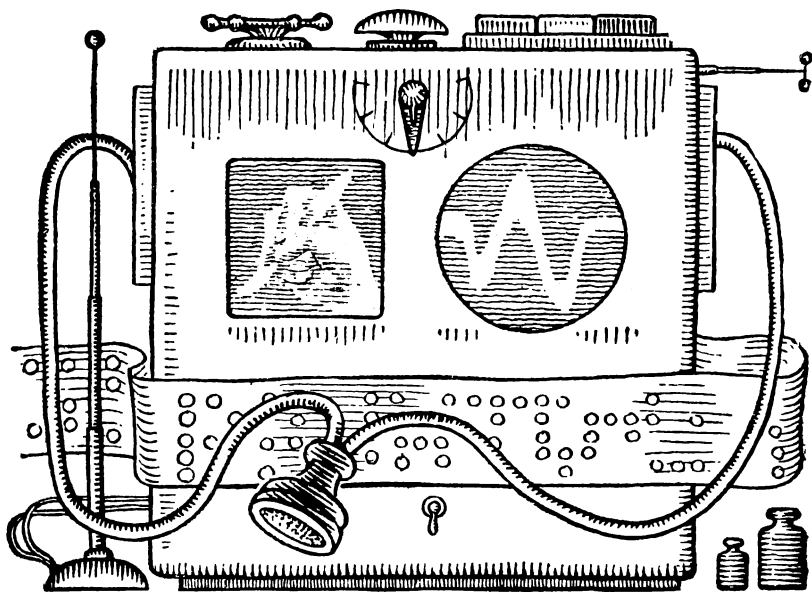
Окрашенные флюоресцирующим составом, эти иммунные тела кровяной сыворотки становятся чем-то вроде меченых атомов, вернее, ищущих внутри живого организма. Они отыскивают «своих» вирусов и, прочно соединяясь с ними, выдают их, что называется, с руками и ногами: в ультрафиолетовых лучах микроскопа исследователь быстро замечает яркую точку — антитело и прикованный к нему вирус. Это световое клеймо во много раз ускорило разоблачение незримого противника.



«Пандемия угасла, но вирус жив. Он скрывается в природе лишь до поры. Шлифуя в подполье свое разрушительное оружие, он готовится к новому нападению. Однако есть надежда, что на этот раз ему не удастся застать нас врасплох».

Так писал я сразу после нашествия пятьдесят седьмого года. Но вскоре заразился снова. И потом опять, и опять...

Что говорить, вероятно, эту главу прочтут люди, не раз переболевшие гриппом, болящие ныне и те, кто безусловно уже готов к очередной жертве. Я надеюсь, они не посетуют на мой оптимизм. Еще Вольтер заметил: «Надежда выздороветь — половина выздоровления».



## ДОКТОР И ЭЛЕКТРОН

Точность упряма. Хитроумные доводы, логические выкладки ей нипочем: у нее сильный покровитель — достоверный научный факт. А с ним не спорят, он неуязвим. И очень горд: не всякому дается в руки. «Господин Факт», — величал его Иван Петрович Павлов; он-то знал, как трудно медику добыть крупницу точности. А между тем едва ли кто-нибудь нуждается в ней больше, чем врач. Уж очень дорого оплачивают люди его промахи. Да ведь и сам он разве не умирает с каждым своим пациентом? Ошибка врача — всегда трагедия двоих. Не так-то просто на ней учиться. Но пришлось.

Долгие годы чуть ли не самый ценный опыт медик черпал в своих неудачах. Оно и понятно: как бы ни была велика его наблюдательность, лечил он почти всегда вслепую; точному измерению поддавалась, пожалуй, лишь температура больного. К сожалению, она не единственный признак недуга.

Но для определения остальных симптомов болезни наш старый добрый доктор не имел никаких приборов, кроме собственных глаз и ушей,— что и говорить, не очень совершенная аппаратура для быстрой и уверенной диагностики.

Самый тонкий слух и острый глаз не улавливают и половины признаков глубоко скрытого сердечного недуга. Механизм его порой очень сложен, и, как бы медик ни тренировал свое зрение и слух, безошибочно распознать источник болезни ему не дано. А ведь именно здесь его цель, заветная мечта.

Она так и осталась бы мечтой, если бы не маленькая предусмотрительность наших органов: они вырабатывают электричество. Микроскопическую дозу, но и этого достаточно, чтобы заставить их рассказать о себе нечто интересное и очень важное.

Правда, медикам пришлось нарушить границы наук. Они шагнули в область физики. И та дала им новый метод— запись электропотенциалов живой ткани. С этого все и началось. А теперь регистрация биотоков — один из самых верных приемов разоблачения многих болезней.

Сердце, мышцы, а за ними все органы человеческого тела расписались на длинных лентах электрорегистрирующих приборов. Оставил здесь свое факсимиле и мозг. Электрические заряды выдали его, что называется, с головой.

Когда я прихожу на запись биотоков и вижу, как, змеясь и подрагивая, словно телеграфная лента, на пол сползает энцефалограмма, мне кажется порой, что я слышу голос мозга, этот нескончаемо долгий, из самой глубины его идущий монолог. О чем он?..

Зубчатая полоска, бегущая по ленте или зеленоватому экрану осциллографа, стала своего рода визитной карточкой сердечного недуга. Она докладывает о нем задолго до того, как он сам заявит о своем присутствии. Ведь электронный аппарат не ухо, он заметит самое незначительное проявление болезни и даст сигнал: берегись — надвигается опасность. А если она уже пришла, поможет и тут: выведает

у больного сердца сведения, от которых зависит порой судьба человека.

Но биоток поверяет врачу далеко не все сердечные секреты. Иной порок совсем не расположен к саморазоблачению. Расшифровать его по записи невозможно: он не оставляет на ленте заметных следов. Такой скрытый недуг доставляет медикам немало хлопот. Особенно когда есть надежда устранить его оперативным путем. Как бы ни был хирург талантлив и смел, он не рискнет вскрыть сердце прежде, чем точно узнает, что его ждет внутри. А выяснить истинную форму порока он может, только проникнув в сердечную полость. Заколдованный круг!

## **Интервью сердца**

Нелегкое это было дело — получить от него показания, обличавшие недуг. И все-таки сердце выдало его.

Бесследный, он, к счастью, не безмолвен. Шум — главная примета порока; не единственная, но самая ценная.словно фальшивая нота, врывается он в спокойную мелодию сердца. По нему врач и определяет форму болезни: каждая заставляет сердце петь на свой лад.

Спокон веку доктор опознает сердечные пороки на слух. И достиг здесь немалых успехов. Но перед операцией он не вправе верить даже своим многоопытным ушам. Грудная хирургия требует от него безошибочного диагноза, а слух может подвести.

Пробиваясь наружу сквозь толщу мышц, шум слабеет, теряет изначальное звучание. Его, разумеется, можно усилить, но, к сожалению, вместе с помехами. А искаженный шум — плохой ориентир. Чтобы вернуть звуку первородную чистоту, его надо было уловить там, где он рождается, — у сердечных клапанов и отверстий. Решение пришло как-то само собой: нужно ввести в сердце микрофон.

Легко сказать — ввести! Как это сделать? Ведь еще совсем недавно такая мысль была равнозначна короткому и энергичному слову: бред. Реабилитировали ее физики. Кто-кто, а они-то теперь хорошо знают, что самые невероятные идеи порой оказываются самыми верными. Словом, физики изготовили микрофон, свободно проникающий в сер-



дечную полость. Прибор так мал, что вернее было бы назвать его микромикрофоном. Когда мне показали его, я с трудом различил на конце длинного зонда едва заметную деталь миллиметровой толщины. Это был звукоприемник.

Он начал свой путь к сердцу из локтевого сгиба. Легко и быстро скользнув по венам, достиг правого предсердия и тут, словно почувствовав важность момента, на мгновение замешкался. А затем осторожно, под непрерывным контролем рентгеновских лучей, двинулся дальше. Еще несколько секунд — и он у цели. Микрофон включен.

Внимание! Говорит сердце!

И в тот же миг откуда-то издалека, точно из трюма машинного отделения, до меня донесся ровный гул, а вслед за ним — отчетливо и громко — медленный вздох и перестук, вздох и снова перестук. Будто двигались гигантские поршни, а рядом кто-то тихо и безнадежно тосковал. Но сердце не жаловалось, оно работало. И ход его был размерен и гулок.

Однако что это? Прислушиваясь к знакомому лейтмотиву, врачи переглянулись. В него постоянно вплетался какой-то резкий присвист. Неотвязчивый, он, как эхо, отзывался на каждый удар сердца. Да, из песни слова не выкинешь. То был натуральный, ничем не приглушенный шум порока. Наконец-то он зазвучал в полную силу.

Так медикам впервые удалось взять у сердца интервью. И, хоть этот необычный репортаж продолжался лишь несколько минут, они узнали все, что требовалось для окончательного диагноза.

Но микрофоном дело обычно не ограничивается. В сердце вводят и маленький электроманометр. Этот прибор определяет давление в правом предсердии и желудочке, а если зонд продвинуть дальше — измерит напор крови в легочной артерии, до которой никаким иным путем не доберешься. Сигналы манометра выписывают на экране график внутрикамерного давления, рассказывают хирургу о глубинном климате сердца. И позволяют ему, не затронув работающей мышцы, судить о ее нагрузке на полном ходу.

Я понимаю ваше недоумение: на бумаге все гладко, а каково больному? Дважды перенести сердечное зондирование! Признаюсь, меня это тоже смущало. Зато в клинике я не услышал ни одной жалобы. Доктора проложили к серд-

цу путь короткий и безболезненный. К тому же теперь все упростилось: новый прибор служит и микрофоном и манометром да еще снимает внутрисердечные электропотенциалы, дополняющие картину недуга. Есть у него и другое ценное свойство — сверхчувствительность.

Ведь как остро ухо ни держи, мимо него пролетает много неслышимых звуков. Очень высокие или чересчур низкие, они остаются за порогом человеческого слуха. А микрофон улавливает их и передает на особое устройство, исполняющее при сердце обязанности личного секретаря. Под его пером немые звуки оживают, становятся зримыми и, записанные вместе с другими, составляют полную партитуру сердечных шумов.

Электроны лишили сердце права называться внутренним органом — перед ними оно поистине нараспашку. Едва уловимый биоток, чуть слышимый звук, еле заметный сдвиг давления — ничто не укрылось от их всевидящего глаза и всеслышающих ушей. На очной ставке всех этих свидетелей и выясняется истина. А где истина, там пороку не место. Хирурги уничтожат его.

Однако довольно о сердце, электроника обещает немало открытий не только врачам и физиологам. В ряд точных наук она вводит химию и физику самых потаенных процессов жизни: радиоволны исследуют ныне тончайшее строение живого организма, его молекулярную структуру. Электрон, до сей поры улавливавший только внешние проявления жизнедеятельности органов, проник теперь в глубь самой жизни — к белковым молекулам клетки.

## **Сигналы живых галактик**

Интересную новость узнал я недавно о белках. Оказывается, эти мельчайшие частицы живой плоти весьма дисциплинированы. Они не носятся внутри клетки, сшибая друг друга, как это обычно делают молекулы в растворах. Белки и нуклеиновые кислоты ведут себя иначе. Хаос, царящий в жидкостях, им чужд. Клетка — их дом, где каждый житель имеет свое место. И в этом порядке есть резон.

Определенное положение, которое белковые молекулы всегда занимают относительно друг друга, вносит в их жизнь покой и кристаллическую ясность.

Именно кристаллическую: живая клетка во многом похожа на кристалл. Она, конечно, не копирует его с геометрической точностью. Очень сложный состав мешает ей соперничать с классически четким строением минералов, но и ее молекулы склонны располагаться в строгом порядке.

Большинство из них, находясь в растворе, образует жидкие кристаллы. И это неожиданное сходство разнородных явлений жизни — живой и мертвой — раскрыло одну из ее тайн; в жидких кристаллах, видимо, скрыто главное свойство клеток — вечная изменчивость, пластичность формы, попросту: способность жить.

Биологи неспроста проявляют такое упорство в изучении громоздких белковых молекул. Структура каждого белка, вся конструкция этой многоярусной молекулы задана ее рабочим назначением, той службой, что она отроду несет в организме. Ведь здоровье и болезнь — это в конечном счете два различных состояния белковых молекул, из которых собраны все детали клетки.

Здесь тайна жизни. Но я еще вернусь в этот удивительный мир молекулярной техники, где инженерами были природа и время, где каждый фермент, гормон — любой белок отшлифован миллионами лет и малейшая неточность порой губит весь организм. А пока речь идет об электронах — исследователях фантастически запутанных лабиринтов клетки.

Вся трудность тут в том, что у каждого белка своя архитектура, неповторимое «лицо», которое он раскрывает медленно и неохотно. Эта излишняя скромность очень мешает ученым познакомиться с белками поближе.

Электрон приблизил исследователей к цели, ввел их в потаенную глубь клетки.

На рентгеновском снимке биохимики впервые увидели матрицу жизни — молекулу ДНК. Сотни раз сняв ее и в профиль и анфас, они смогли наконец представить, как связаны в ней атомы, рассчитать углы между ними — набросали контуры этой знаменитой молекулы.

То была особая геометрия, с точностью до миллионной доли градуса. И когда биохимики построили объемную модель ДНК, перед ними предстала молекула-спираль — та

загадочная носительница наследственности, которую на десятки лет вперед прозрел профессор Кольцов.

Мечта ученого вдруг обернулась большим открытием, вывела исследователей к самому сердцу клетки. Теперь они могли подступиться к тайне воспроизведения белков, нуклеиновых кислот — самой жизни. Словом, это открытие окончательно перевело генетику, а с ней и всю биологию, на молекулярный уровень.

Проникнув к белку, электроны как бы сняли отпечаток с этой мельчайшей частицы жизни. Но тем дело не кончилось; «проницательность» присуща не только рентгеновским лучам. Путь в клеточные недра открыт и радиоволнам.

Электромагнитные колебания, как известно, странствуют по всему свету. Здесь им пришлось совершить небольшую пробежку, всего лишь сквозь клетки живой ткани. Вояж был короткий, но разорительный. По дороге волны потеряли часть энергии: ее поглотили атомы, чувствительные к магнитным колебаниям.

Пропустив через свои владения радиоволны, живая клетка взяла с них энергетическую пошлину. Небольшую, но тем не менее заметную.

Специальный прибор тут же подвел итоги электронного кросса: кто стартовал, кому удалось прийти к финишу. Уточнив потери, он мгновенно подал сигнал на осциллограф. Тот быстро вычертил спектр поглощения, по которому биофизики с завидной точностью могут судить о молекулярных происшествиях в клетке.

Радиоспектры стали для биологов своего рода позывными всех органов и тканей человеческого тела. Они рассказывают ученым о поведении молекул внутри клетки при самых сокровенных физиологических процессах. Невидимый радиощуп непрерывно следит за событиями в тончайших живых структурах, улавливает сигналы, идущие из молекулярных галактик клетки. В общем, теперь ее изучают в рабочей обстановке. И во время «обеда», когда она поглощает электромагнитные колебания.

Впрочем, организм свободно поглощает не только радиоволны — порой целую радиостанцию. Особенно если она умещается в небольшой пилюле.

Транзисторный передатчик несколько часов путешествует по пищевому тракту, постоянно докладывая о своих

«путевых впечатлениях». Эти своеобразные депеши исходят из электронного устройства, заложенного в пилюле. Оно меняет частоту радиопередач в зависимости от окружающей среды.

Донесения внутриутробной лаборатории на редкость достоверны. Отложив скальпель и вездесущую иглу, врач может сейчас измерить температуру где-нибудь в области червеобразного отростка с точностью до одной сотой градуса, ему известно давление внутри кишечных стенок, кислотность соков — все то, о чем он раньше долго думал, порой лишь смутно догадывался.

Поистине электроника ясновидяща. Вероятно, никто не удивится, если медики организуют телевизионную передачу из сердца или почечной лоханки. Во всяком случае, аппаратура для такой передачи почти готова: телекамерой диаметром в три сантиметра геологи давно исследуют нефтяные скважины. Возможно, и доктор скоро воспользуется таким прибором, чтобы заглянуть в какой-нибудь недостижимый закоулок тела.

## **Сильные пальцы хирурга**

Сначала это кажется странным: кому интересна такая передача? События, происходящие за матовыми стеклами операционной,— зрелище отнюдь не развлекательное. Но не все знают, что даже самая незначительная операция в клинике, кроме прямого своего назначения, имеет еще и другое, не менее важное,— она учит.

Хирурга готовят не рассказом, а показом. Лекции, учебники, анатомический атлас, занятия в морге — все это очень важно, но главное его ждет около операционного стола, рядом с опытным коллегой. Здесь он наблюдает, как из целого ряда редких деталей, едва уловимых движений складывается подлинное хирургическое искусство. Никакие описания не заменят то, что он смолоду впитал своими глазами.

«Один раз увидеть лучше, чем сто раз услышать», — едва ли кто-нибудь ценит эту пословицу выше, чем хирурги. Но в том-то и сложность, что уследить решительно за всеми действиями оперирующего даже хорошо подготовленному практиканту очень трудно.

Как бы ни всматривался он в быстрые руки хирурга, некоторые детали операции, особенно в глубине раны, ускользают от его взгляда, как бы остаются за кадром. И винить тут некого. Зритель внимательный, да глаза подводят. Небольшое расстояние, отделяющее их от операционного поля, стало чем-то вроде полосы отчуждения между хирургом и его учениками.

Телевидение вынесло операцию на экран.

Огромный, величиной более квадратного метра, он раскрыл мастерство хирурга в мельчайших подробностях. Когда на его серебристом поле разворачивается многочасовая борьба за жизнь, за ней следят теперь не две-три пары, а десятки и сотни наметанных глаз. Они видят все: иглу, мелькающую в спорых руках, ажурный шов на глубоком сосудике и даже оттенки крови — от мрачно-бурого до радостно-алого.

И тут телевидение достигает неожиданного эффекта. Операционная рана в полную величину и в натуральном цвете заставляет забыть, что перед тобой холодный экран, а не живая плоть. Кажется, что стоишь не в набитой до отказа аудитории, а за спиной хирурга, порой даже хочется спросить его о чем-то, посоветоваться.

Впрочем, и это предусмотрено: зрители и оператор переговариваются по радио.

На экране широко распахнутая грудь, трепетно пульсирующий ком и тут же, следом за каждым движением рук — негромкое слово, жест, отрывистая команда хирурга. Здесь уж не скажешь: речи слышим, да сердца не видим.

Так хирургия с помощью телевидения еще раз продемонстрировала свое родство с самым высоким искусством.

Но не думайте, что медицинская электроника целиком ушла в болезни. Конечно, больные — ее главная забота, однако порой она успешно охраняет здоровье здоровых. И тогда на экране появляется гаревая дорожка, бассейн или велотрек, а рядом с телевизором — небольшой прибор, на который спортивные врачи поглядывают с пристрастием заядлых болельщиков.

Их можно понять: прибор этот с точностью электронного оракула определяет выносливость спортсмена, а вместе с ней потолок его рекордов.

Спортивному доктору всегда очень трудно было изучать своего пациента; он исследовал его на старте и финише, но не знал или почти ничего не знал, что происходит с ним на дистанции, когда организм испытывает предельную нагрузку. А ведь только тут и можно выяснить его истинные возможности. Доктор, может быть, пустился бы вслед за спринтером и даже марафоном, но кто потащит приборы? Один электрокардиограф весит полпуда!

Решили перенести исследования в кабинет врача. Велосипедист жмет здесь из всех сил на педали, бешено крутятся приподнятые над полом колеса; стайер мчится по бегущей дорожке и... остается на месте, словно рассеянный пассажир метро, перепутавший эскалаторы. Спортсмен трудится, а в это время специальные приборы регистрируют работу его сердца, мышц, легких. Но такой кабинетный забег все-таки во многом отличен от настоящего. Он неестественно удобен и гладок, а спорт и комфорт — вещи разные. К тому же спортивная медицина изучает не только бегунов и велосипедистов, а как тут создашь природные условия для пловца или альпиниста?

Читатель, верно, уж думает, что я, чего доброго, поведаю, как хитроумные доктора повесили на шею спортсмена какой-нибудь портативный электрокардиограф. Ничуть не бывало. Электронные вериги едва ли могут рассчитывать на успех там, где счет времени идет на десятые и сотые доли секунды.

Спортсменам предложили более легкое снаряжение — двухсотграммовый радиопередатчик, встроенный в шлем. Над этим странным головным убором совсем по-марсиански торчит крохотная антенна. Всегда со спортсменом, она отправляет в эфир биотоки, снятые с сердца и мышц миниатюрными датчиками. А приемное устройство может стоять где угодно: на стадионе, в институте физкультуры или в физиологической лаборатории. Между врачом и спортсменом — километры и радиоволны. Доктор следит за сердцем пловца, сидя в кабинете перед электрокардиографом.

По радио можно передать электропотенциалы любой скелетной мышцы. Уловленные, что называется, на ходу, они дают подробный отчет о дыхании и всех движениях спортсмена. С помощью датчиков бегун или лыжник ногами «записывает» все достоинства своих мышц: быстроту и резкость сокращений, умение быстро расслабляться и многое

другое, что расскажет о нем врачу и тренеру куда больше, чем ускоренная киносъемка.

Я думаю, больные на дальней зимовке, в таежном селе или горном ауле скоро смогут получить совет специалиста, не покидая родных мест. По радио доктор узнает их жалобы, услышит тоны сердца, дыхание, и тут же увидит рентгеновский снимок, электрокардиограмму: они придут не почтой — мгновенно. Электронно-оптические преобразователи усилят яркость, контрастность изображения, а телеаппараты перебросят его на любое расстояние. Можно даже устроить консилиум специалистов, живущих в разных городах. Никуда не выезжая, они смогут осмотреть и прослушать далекого больного, как бы принять его у себя в клинике.

Но даже здесь на месте, в самой клинике, такой способ заочного просвечивания хорош уж тем, что полностью избавит врача от облучения. Доктор сможет отгородиться от рентгеновских лучей не легкими экранированными перегородками, а толстой стеной: больной будет находиться в закрытой кабине, а врач, обладающий телевизионным окном, — в светлом и просторном кабинете.

Я не оговорился: именно в светлом. Рентгенолог выйдет наконец из вечного полумрака. Электронно-оптический преобразователь уже сейчас во сто крат увеличил яркость изображения, сделал его намного четче, контрастнее. Дневной свет теперь врачу не помеха. Но дело не в нем: тени, мерцающие на экране аппарата, безо всякого вреда для больного можно усилить в тысячу раз. Стоит ли говорить, как это важно для ранней диагностики рака, туберкулеза...

## **О чем думал Эйнштейн**

Когда телевизор позволил вежливо выпроводить из операционной всех зрителей, просторней здесь не стало: место ушедших заняли приборы.

Молча и беспристрастно оценивают они состояние больного, а вместе с ним тактику врача. Хирурги никогда не пренебрегают их мнением. Они очень внимательны к своим помощникам, можно сказать, не сводят с них глаз: почти у каждого аппарата сидит специалист — врач или физиолог.



Его обязанность — следить за порядком на своем участке и немедленно докладывать хирургу о самых пустяковых неурядицах.

То и дело в операционной слышатся негромкие голоса, сообщающие о глубине наркоза, кислородной насыщенности крови, сдвигах артериального давления, пульсации сердца — о всех жизненно важных функциях организма.

Донесения приборов точны и кратки, как воинские рапорты. Такая же четкость и уверенность царит в операционной. И в тот решающий миг, когда хирург рассекает замершее, обескровленное сердце или теплую розовато-серую массу мозга, он уверен в своих помощниках — штатных и электронных. Правда, пока что их многовато, но и тут намечаются перемены.

У конструкторов медицинских приборов возникла мысль объединить все основные аппараты, создать этакий диагностический комбайн, управляемый одним человеком.

Специальный агрегат, заменив несколько приборов, высвобождает добрый десяток врачей. Он будет отмечать все изменения, происходящие в организме, одновременно, на одной полоске бумаги. Взглянув на нее, хирург увидит функции важнейших органов во взаимосвязи. Перед ним будет не одна кардиограмма или кривая артериального давления, а все великое содружество физиологических систем тела.

Такой «комбайн», разумеется, не выбросит готовый диагноз, его цель скромнее — дать врачу как можно больше точных фактов для быстрой и верной оценки состояния больного. В пунктах неотложной терапии сердечно-сосудистых недугов он будет незаменим: здесь высоко ценят точность и секунды.

Но во время операции порой нужно не быстро, а мгновенно разобраться в замысловатых линиях и зубцах многочисленных графиков. На глаз полагаться нельзя, а измерять их, как обычно, циркулем и линейкой нет времени: тактика хирурга в иных случаях стремительна. Где искать ему совет?

Конечно, у машин, на сей раз счетно-вычислительных. Они тоже пришли в клиники. И заняли достойное место рядом с электронно-диагностическими.

Тут, конечно, есть разница. Электрозаписывающие приборы, о которых шла речь, обостряют зрение, слух врача,

как бы восполняют его природные недостатки, а эти претендуют на большее. Они ведь с некоторым «интеллектом» — могут кое-что запомнить (если им хорошо вдолбят) и даже поразмыслить (если их этому научат).

О них теперь часто спорят. Не все доктора могут смириться с присутствием в клинике столь необычных консультантов. Но как бы там ни было, многие врачи встретили их приветливо. И не ошиблись. «Умные» машины оказывают им важную услугу — помогают разобраться в причудливых росписях электрозаписывающих приборов. А дело это сложное и, правду сказать, еще мало кому понятное.

Самым загадочным, как всегда, оказался мозг. Уже давно этот чемпион физиологических тайн задает ученым головоломные ребусы, но здесь, кажется, превзошел самого себя. Полвека записывают исследователи его биотоки, мозг надавал им тысячи замысловатых подписей, а долг до сих пор не оплачен. Специалисты поныне бьются над ключом для расшифровки его сигналов.

Эти волнистые линии стали чем-то сродни древнеегипетским письмам, с той лишь разницей, что мозг многоязычен — энцефалограмма у каждого человека своя. Она неповторима, как его лицо. И так же подвижна: у мозга очень живая мимика, вызванная постоянными колебаниями электрических потенциалов нервной ткани.

И мысль, и чувство, и движение рождают в ней мгновенный отзвук. Помню, как я был удивлен, когда врач, стоя над движущейся лентой прибора спиной к больному, вдруг сказал: «Не мигайте так часто». Он увидел на графике «отраженный» свет.

Даже во сне часть мозга бодрствует — то и дело в крошечной тьме вспыхивают маяки. Он всегда на чеку, всегда о чем-то сигнализирует.

Этот безмолвный монолог — одна из самых великих загадок природы. И не раз еще я вернусь к ней, но тут речь о другом.

В последние годы почти все электрофизиологи, исследующие головной мозг, пользуются довольно сложным аппаратом, который обучает их азбуке электроэнцефалограммы. Как водится в таких случаях, чтение начали по складам.

Электронный анализатор тщательно «препарирует» кри-вую биотоков. Как призма расщепляет луч света на спектр, он разделяет мозговую волну на простейшие составные ча-сти. В то же время другие приборы ежеминутно подсчиты-вают среднюю величину колебаний и вычерчивают график.

«Спектральный» анализ сигналов мозга, многократно повторенный, как бы распаковал секретные послания центральной нервной системы. Теперь для таких шифрован-ных депеш ученые имеют код. Пусть несовершенный, во многом еще путаный, он позволил заглянуть в личную жизнь мозга.

Однажды электрофизиологи решили обследовать Аль-берта Эйнштейна, когда он вел довольно запутанные вычис-ления. Вначале работа шла гладко. Эйнштейн считал, как говорят, автоматически, и прибор регистрировал размерен-ные колебания биотоков мозга. Но внезапно гряда ритмич-ных волн исчезла, а сам ученый выглядел очень озабочен-ным: он обнаружил, что накануне допустил просчет. Беспо-койство Эйнштейна, концентрация внимания на ошибке немедленно отразились на ленте прибора. Волны спокой-ствия были в то время как бы заблокированы другими, более сильными нервными процессами. Исправив ошибку, Эйн-штейн продолжил работу — снова пошли ритмичные коле-бания...

По записи биотоков видно, как любая трудность, задер-жавшая мысль, любая задача, требующая особого внима-ния, тут же меняет ритм волн, электрическую мозаику мозга.

Это, конечно, еще очень робкое, приблизительное сужде-ние о загадочной механике человеческого мышления. Но все же электрофизиологов порой приглашают отвечать на довольно запутанные житейские загадки, установить, ска-жем, степень виновности опасного преступника. Тут их сло-во иной раз решает судьбу человека.

На подмосковном шоссе грузовик сбил телегу: ездока едва выходили, двое его детей погибли. На суде водитель не отрицал вины, просил для себя самого сурового наказа-ния. Но у этого человека за двадцать лет не было ни одной аварии, и судья усомнился: виновен ли он? Шофер при-знался во всем, и рассуждать тут было вроде не о чем, одна-ко на допросе он как-то сказал, что не помнит себя в момент катастрофы: впал в беспамятство и очнулся уже в придо-

рожном кювете. Не эпилептик ли он, не теряет ли временами сознание? Осудить такого человека — значит погубить невинного. Но кто может поручиться, что он действительно страдает эпилепсией, если за всю жизнь у него не было ни одного припадка?

Сомнения честного судьи всегда чем-то напоминают терзания врача у постели больного: чем лечить, как помочь человеку?

Тут правосудие и медицина слились воедино: по графику мозговых биотоков у шофера нашли стертую форму болезни, на какие-то доли секунды он мог ослепнуть, потерять управление машиной. А ведь чтобы отреагировать на дорожное происшествие, объехать телегу или мальчишку, выбежавшего за мячом, водителю как раз и нужно не меньше трех четвертей секунды. Суд оправдал этого шофера.

Недавно я узнал, что американские электрофизиологи во время второй мировой войны нашли для энцефалографа совсем необычное дело: они установили его невдалеке от линии фронта, чтобы записывать биотоки солдат, сбежавших с поля боя. Вероятно, исследователи рассчитывали уловить на графике сильное потрясение, вывести, так сказать, кривую инстинкта жизни. Им пришлось разочароваться: энцефалограммы дезертиров оказались самые обычные, волнения их ничуть не превышали тревогу солдат, оставшихся на передовой. Видно, жажда жизни у всех одинакова, только утоляют ее по-разному. Во всяком случае, график биотоков подтвердил это беспристрастно.

Французские физиологи применили электроэнцефалограф в кино. Не для регистрации переживаний актеров и режиссера. Ученых интересовала реакция зрителей. Запись биотоков велась во время сеанса, кривая объективно отражала волнения в зале, как бы оценивала эмоциональное воздействие фильма. Но, кажется, такой метод слишком уж объективен, так, пожалуй, любой боевик с убийствами сойдет за шедевр.

Новый прибор нередко радует ученых, иногда озадачивает, а порой веселит. Однажды он подшутил над серьезным физиологом: внезапно среди опыта заставил его внимательно следить за футбольным матчем. Собственно, настоящий болельщик сидел тут же с электродами на голове и, пока ученый налаживал анализатор, слушал по радио репортаж об игре. Через несколько минут физиолог заметил, что не-

вольно тоже стал болеть: на ленте, где записывались биотоки мозга его пациента, он ясно увидел весь ход матча. Пока местная команда сдерживала противника, мозг ничем не проявлял своей заинтересованности — он посылал монотонные сигналы. Потом гости нажали — мозг поистине заволновался: пошли частые волны. Когда «своим» забили гол, он уже сыпал пулеметную очередь электрических колебаний особой формы. Затем игра уравнилась — волны обо-его рода перемешались. И все же по ним можно было следить за счетом матча. А если знать его заранее, по электроэнцефалограмме можно было без труда определить, на чьей стороне болельщик.

Анализ биотоков мозга проводят, разумеется, не для изучения спортивных страстей. Эти искры нервной ткани стали для ученых путеводными огоньками в темном лабиринте душевных недугов. Записанные на магнитную ленту, они дают пищу для «раздумий» электронно-вычислительной машине, которая вылавливает в мозговых волнах закономерности психических болезней.

Нейрохирургам биотоки помогают, не проникая в мозг, определять местонахождение опухоли. В институтах нейрохирургии Москвы, Ленинграда и Киева появились сложные агрегаты, позволившие врачам безошибочно ставить такой диагноз в восьмидесяти случаях из ста.

Многие физиологи исследуют биотоки, чтобы рассекретить сущность сна и наркоза. Уже создан прибор, автоматически регулирующий подачу эфира во время операции. Он работает по электрозаписи биотоков мозга усыпленного больного: на ней отчетливо видны все стадии наркоза.

Аппарат проводит обезболивание не хуже опытного наркотизатора. Ширина зрачков, роговичный рефлекс и другие внешние признаки усыпления ему не нужны: у него более точные сведения — из недр самого мозга. Чуть биотоки просигналят побудку, он тут же добавит наркотического вещества, если сон стал слишком глубокий — закроет краны.

Правда, хирурги сейчас убедились, что при столь ответственной процедуре, как эфирное обезболивание, опасно полагаться лишь на электроэнцефалограмму. Автоматизация наркоза требует дополнительных сведений о состоянии больного. Но это уже не проблема. Для такого случая электронные приборы могут добыть о нем самые достоверные данные. Теперь вместе со стенограммой биотоков мозга в

наркозный аппарат непрерывно поступают сведения об артериальном давлении, составе выдыхаемого воздуха. Усыпление проходит под тройным контролем: над нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной системами.

Но наркозный автомат — это первый шаг. Я почти уверен, что со временем врачи станут погружать в сон без усыпляющих газов. Наденут на голову шлем с электродами и подадут через них усыпляющие импульсы, записанные на ленту магнитофона. Снотворное такого рода наверняка безопасно, его легко дозировать, выключить совсем.

Очень интересные опыты были проделаны недавно с собаками. Одну из них погрузили в эфирный наркотический сон и записали электроимпульсы ее головного мозга на магнитную ленту. Затем эту запись подали на мозг бодрствующей собаки — она глубоко заснула. Тогда опыт провели в обратном порядке: биотоки, снятые с мозга бодрствующей собаки, разбудили усыпленную.

Еще рано делать из этих экспериментов какие-нибудь практические выводы, но и сейчас видно, насколько они меняют наши обычные представления о свойствах мозга.

Я полагаю, придет время, когда в хирургических клиниках будут проводить электронаркоз с «донорских» записей так же часто и уверенно, как ныне переливают кровь.

Люблю помечтать. Вот и сейчас я подумал о будущем медицины. Не знаю, далеко оно или уже под рукой, но верю: наступит день, и на аптечных полках рядом с порошками, каплями, тубиками спасительных таблеток (а может быть, вытеснив их) появятся небольшие круглые диски. И после неизбежного «Рр.» доктор выпишет сильный и безотказный сердечный препарат — магнитную ленту с целебной записью. На нее будут нанесены подлинные водители сердца — биотоки, управляющие его работой.

Правда, выделить их, как говорят химики, в чистом виде пока еще никому не удалось. Скрытные, они смешались с другими зарядами сердечной мышцы и уж вместе с ними дали отпечаток — электрокардиограмму.

Четко вырисованная на пленке гряда пологих холмиков, остроконечных пиков и крутых обрывов рождена взаимодействием многих токов. И вот здесь, в этом загадочном переплетении импульсов, ученым предстоит отыскать на-

стоящих водителей сердечной мышцы. Тогда, записав их характерный почерк на магнитной ленте, вложив ее в прибор, они как бы законсервируют электрическую мелодию сердца. Замороженные биотоки будут всегда наготове. Как песню, записанную магнитофоном, аппарат в любой миг проигрывает их для больной мышцы.

Да, это будет блестящий урок чистописания. И неудивительно: ведь каждый штрих, едва уловимая черточка такого письма адресованы сердцу. Вот где потребуются высокая точность — не аптечная, а математическая: до третьего, а то и пятого знака.

К счастью, она уже есть. Ныне сердечные импульсы попали на стол электронно-вычислительной машины. И холодный, расчетливый «ум» ее разобрался в горячем биении сердца. Да так, что иной специалист позавидует: за один час она прочитывает и прямо с листа расшифровывает несколько сотен электрокардиограмм.

Если вы хоть раз стояли рядом с врачом в те считанные минуты, когда судьба человека висит на волоске секундомера, видели, как он в окружении десятка циферблатов и графиков принимает мгновенные и бесповоротные решения, тогда, пожалуй, мне нечего объяснять вам, что значит для него такой быстродействующий советник.

## **О пользе сомнения**

Дело прошлое, но, признаюсь, когда в начале этой главы я писал о несовершенстве докторских глаз и ушей, мне было как-то не по себе: все время чудились укоризненные взгляды моих друзей по работе, их горячие возражения, быть может, обида.

Мне хотелось сказать им тогда, что я не забыл наших замечательных учителей, великих диагностов, обходившихся одной трубочкой да вот этой парой пронизательных глаз.

Кто станет отрицать — они были. И прекрасно, изумительно лечили. Именно изумительно, ведь остальные смотрели на них точно на оракулов — с восторгом и изумлением, но сами перенять эту мудрость не могли: полунаука-полуискусство, она неподражаема. Словно великие артисты, уносили с собой выдающиеся врачи непостижимый дар — кли-

ническое чутье. То были лучшие из лучших. О них говорили: непогрешимые. Так ли?

— Я считаю себя неплохим диагностом, но все же я был бы удовлетворен, если бы тридцать процентов моих диагнозов были бы правильными.

Кому принадлежит это грустное признание? Начинаящему доктору, неумелому практиканту, неудачнику, призванному без призвания?

Нет. Сергею Петровичу Боткину — великому мастеру распознавания недугов. Сколько же тяжелых неудач потерпел он у постели больного, прежде чем обронил эти горькие слова: «не больше тридцати процентов...»

Однако медицина любит индивидуальный подход. Мне кажется, что этот принцип можно с успехом распространить и на врачей. И если Боткин, непревзойденный Боткин, ставил верный диагноз только в трех случаях из десяти, на что же может рассчитывать обыкновенный доктор? Тот самый, с трубочкой. Поистине, чтобы болеть, нужно крепкое здоровье.

Но так уже повелось, что за ним покои веку идут к врачу. Требуют, сердятся, порой бранят. Доктор обязан помогать. Всем и всегда. Но кто поможет ему? Ведь иной случай — сущая головоломка.

Можно, конечно, заглянуть в справочник, посоветоваться с консультантом, собрать уйму лабораторных анализов и заключений, наконец, созвать консилиум — все можно, но слишком долго, а время не ждет: чтобы хорошо лечить, нужно быстро распознавать недуг.

Это знают все, но умеют, к сожалению, немногие. Так нельзя ли сделать талант, интуицию, мастерство лучших клиницистов общим достоянием рядовых врачей, вооружить пехоту медицины высоким искусством ее полководцев?

Говорят, наука учит только умного. В этом смысле машина не является исключением. Все выдающиеся образцы диагностики вполне улягутся на полочках ее электронной памяти. И еще останется место для будущих открытий. Машина, разумеется, не станет профессором, но ее и не прочтат в ученые. Электронный коллега даже не претендует на диплом, хотя образование у него без малого «законченное высшее». Он скромн и бескорыстен. Напрасно некоторые медики косятся на него с недоверием. Электроника предлагает им на сей раз феноменальную память и молниеносное «сообра-



жение». Принять такой дар не обидно даже очень опытному врачу.

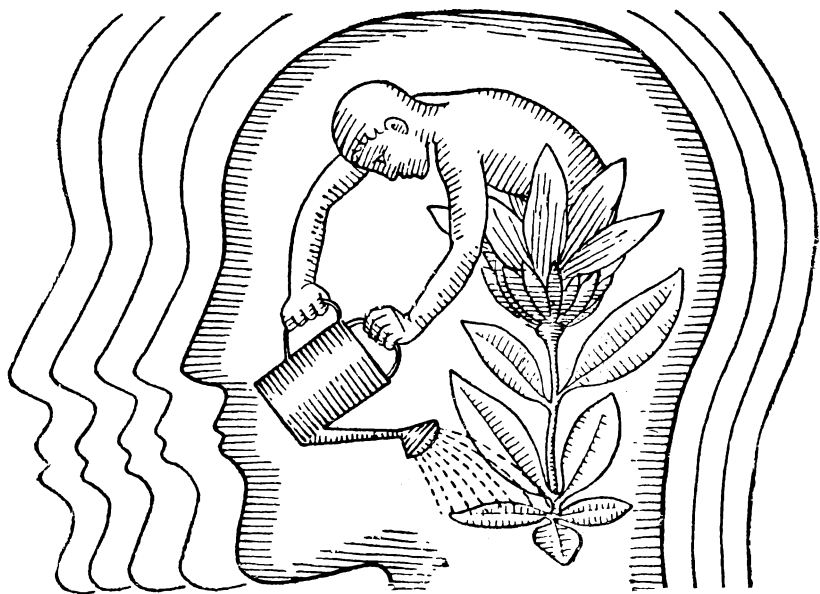
Конечно, классическим «На что жалуетесь?» здесь не обойдешься. Электронный диагност — математик, ему нужны точные, объективные сведения о пациенте. И он получит их от врача и своих коллег — комбайнов, следящих за важнейшими изменениями в организме больного. А если «консультанту» потребуется дополнительная информация (например, о химическом составе крови, рентгеноскопии легких или результатах простукивания), ее ведут каким-нибудь условным кодом. Это пока единственный язык, понятный машине. И врач обращается к ней через специальных переводчиков — пробитые в определенных местах перфокарты. Зато, проделав гигантскую работу, отобрав и сопоставив многие сотни признаков, машина выдаст диагноз, напечатанный на машинке.

Уже сейчас вычислительный автомат безошибочно определяет некоторые недуги сердца. Считывая кодированную запись биотоков, он за одну-две секунды принимает самостоятельное решение. Такому знатоку иной раз достаточно взглянуть на электрокардиограмму, чтобы тут же объявить название болезни. Но этот прибор — узкий специалист. Он знает только сердечно-сосудистую систему. И хотя его квалификация ценится среди медиков очень высоко, диагностические способности вычислительной машины можно значительно развить и усовершенствовать.

Электронная память кибернетического устройства примет любую программу, какую только люди захотят в нее вложить. Ее можно начинить симптомами сотен различных болезней и заставить правильно ими пользоваться.

Но не буду забегать вперед, с кибернетикой предстоит еще встреча. А сейчас я хочу лишь повторить за Диккенсом: «Нам дана жизнь с неперменным условием храбро защищать ее до последнего вздоха».

Да, защищать! Ибо весь путь человека на земле — от первого крика новорожденного до последнего толчка сердца — борьба. Упорная, но не всегда победоносная. Теперь в этой жизнеутверждающей схватке у нас появился еще один сильный союзник — электроника.



## ЖИТЬ НЕ СТАРЕЯ!

Зависть иногда полезна. Человек позавидовал птице и стал летать, увидел рыбу — и поплыл, сначала в ладье, а потом и в океанском лайнере. Самолет, подводная лодка и даже многоступенчатая ракета — плоды такой хорошей зависти. И не раз уж идея, взятая у самой природы, как бы вновь оживала в совершенных металлических конструкциях. Тут нет ничего необычного: только переселение душ — мистика, а идеи вполне транспортабельны. Но порой бывают случаи, способные поразить даже искушенного читателя.

## **Анатомия Эйфелевой башни**

Когда я узнал, что Эйфелева башня и живая ткань состоят в прямом родстве, мой иммунитет ко всякого рода открытиям резко упал: я здорово удивился. И невольно представил себе, как был бы огорошен сам Александр Гюстав Эйфель, если бы узнал вдруг, что не выдумал ничего нового, а лишь повторил сооружение, каждодневно творимое природой.

В Париже открывалась Всемирная выставка, думал я, конструктор спешил и, само собой, не мог знать, что башня давно спроектирована — остается только заглянуть в микроскоп. То-то изумился бы он, увидев под окуляром готовый чертеж!

Удивиться, однако, пришлось снова мне: Эйфель все знал, его не раз видели в анатомическом театре, за медицинскими препаратами, атласом — он верно учуял, где стоит искать надежный образец. И, пересмотрев уйму рисунков, фотографий, нашел его наконец в самом себе, точнее, в своей берцовой кости. И в бедренной тоже: любая трубчатая кость была отличной моделью задуманной башни. Даже углы между костными перекладами Эйфель мог без особых поправок перенести на стальные конструкции.

Вместе с замыслом он нашел здесь точный расчет. И до тошнo скопировал весь этот ажурный, веками отработанный рисунок.

Пожалуй, это был первый случай, когда инженер так смело использовал архитектурный стиль микромира. То была настоящая бионика!

Кости словно сделаны по проекту Эйфеля. Да на проверку вышло, что он сам оказался талантливым подражателем. И, быть может, его знаменитое сооружение обязано своей долговечностью именно этому сходству. Инженерная мысль достигла здесь высокого совершенства отшлифованного тысячелетиями живого органа.

Но все же: рискованная затея молодого конструктора — и долгий, придиристо-кропотливый труд природы. Что связывает их?

Не только внешнее сходство. Легкость, прочность — вот два божества, которым испокон веков поклонялись все строители. В них таится причина необычного родства металлической конструкции с живой костной тканью. Стреми-

тельно уходящее ввысь творение Эйфеля и человеческая кость, выдерживающая полутонный груз, построены очень экономно и крепко. В них нет ни одной лишней детали, зато те немногие, что пошли в дело, рассчитаны на максимальную нагрузку. Словом, и башня и кость сработаны по всем правилам сопромата.

Тут действительно не сразу решишь, чему отдать предпочтение: прозорливости инженера, создавшего техническое чудо, или инженерной находке природы.

Но признаюсь, к фотографиям башни я пригляделся давно, а с костью до сей поры был мало знаком.

На редкость четка и стройна геометрия костной ткани. Все кажется в ней расчисленным по строгим математическим законам. И все-таки из кости можно выбросить добрый кусок — она преспокойно выдержит обычную нагрузку и даже куда большую тяжесть. Главная опора, на которой висит все тело, не составляет и десятой доли костного остова.

Я восхищался совершенством органа, созданного с огромным запасом прочности при самых малых затратах материалов, а тут такой сюрприз: меньше десяти процентов! Чем же заняты остальные, уж не лишние ли они?

Лишнего в кости ничего нет: все к месту, все в работе. Только назначение у каждой части свое. Остов несет тело, внутри трубчатых костей, как в туннеле, расположилась фабрика крови — костный мозг.

Но кость — не только опора и футляр. Ей предназначена куда более важная роль: она участвует в кальциевом обмене организма. А кальций — это сама жизнь. Чуть кровь обеднеет им, человек в опасности. Хирурги знают это по горькому опыту операций на щитовидной железе. Обычно они кончались трагически.

Вырезав железу вместе с подкожной клетчаткой, врач, можно сказать, своими руками убивал человека. Не успевал он зашить рану, как мышцы больного сводили тяжелые судороги. Вслед за ними наступала смерть. Хирурги терялись в догадках, меняли методику операций, но больные по-прежнему не выносили прикосновения скальпеля к щитовидной железе. Они гибли до тех пор, пока не стало известно, что вместе с железой врачи удаляют укрывшиеся по соседству околощитовидные тельца, ведающие кальциевым обменом. Хирурги их не замечали, зато организм бурной реакцией сразу обнаруживал утрату.

Кость непрерывно и щедро отдает ему свой кальций. Вернее, кровь сама смывает его с поверхности многочисленных кристалликов, вкрапленных в живую ткань. Огромные залежи этого «апатита» сделали кость неиссякаемым источником кальция. Нагрузившись здесь ценным веществом, кровь доставляет его во все уголки тела.

И все же того кальция, что она слизывает с кристалликов, для поддержания жизни мало. Не хватает микроскопической доли, однако и такая недостача может убить.

Тут кость, что называется, показывает всю широту своей натуры: растворяясь в крови, она покрывает нехватку. А растворяется она, надо сказать, чуть не целиком: ежеминутно несколько сот граммов ее кристаллической плоти уходят в кровяную плазму.

Но вот истинное чудо: кость растворяется и... не тает. Ее восстанавливают какие-то мощные механизмы самообновления.

О постоянном разрушении и созидании человеческого тела, о его непостижимой способности возмещать утраты, штопать прорехи — словом, о неисчерпаемом кладезе живой ткани и пойдет рассказ.

## **Чем люди живы**

Машинам дано многое: они теперь и сильны и умны. А их творец, как встарь, годами тренирует мышцы, чтобы улучшить рекорд хоть на долю секунды, несколько сантиметров или полкилограмма. И все же обидно, когда я слышу горестное: «Человек не машина!»

Конечно, не машина: он устроен во сто крат лучше самой совершенной конструкции. И дело не только в сказочном коэффициенте полезного действия живой клетки, о котором инженеры могут пока лишь мечтать. Ведь и эта мечта, вероятно, осуществима. Но есть у организма неподражаемое свойство, перед ним меркнут лучшие качества стали, бетона и пластмасс.

Какими бы прочными ни были эти материалы, из них не сделаешь машину, способную чинить собственные поломки. А тело человека постоянно — от рождения до последнего вздоха — занято обновлением сработавшихся тканей и

органов. Оно даже не требует остановки «на ремонт». Замена выбывших деталей происходит на ходу и, главное, всегда безошибочно. На месте сломанной тут же становится ее точная копия. Мышца не вытеснит кость; там, где обычно растет кожа, никогда не появится роговика.

Вас это не удивляет?

А меня очень! Ведь организм — не ателье индивидуального пошива, где все изготавливают по заказу, заранее выбрав фасон и подходящий отрез. Все ткани он восстанавливает на собственный счет, пользуясь во многих случаях одним исходным материалом. Потому-то стоит порой изменить окружение зачатка, как из него неожиданно вырастает новая плоть.

Кожный эпителий, пересаженный на роговичу лягушки, становится не бельмом, а тонкой прозрачной оболочкой. Застекленный ею глаз ничем не отличается от своего напарника: после пересадки кожа стала прозрачна, как роговика. Однако на материнской почве ни одна ткань такого не делает: тут все соседи удерживают ее от подобных превращений. И юная ткань, подчиняясь влиянию смежных, развивается по образцу многочисленных предков. Взрослея, она замещает их.

Но секрет постоянного обновления доступен не всем тканям. Им владеют лишь самые работающие и недолговечные части организма. В первую очередь — костный мозг и кровь.

Это очень удачное исключение. Нетрудно представить, что было бы с нами, если бы кроветворные органы не обладали гигантским запасом восстановительных сил. Вероятно, человек жил бы немногим более майского жука: первые две недели после рождения — детство, еще неделя — юность, три-четыре недели зрелого возраста, глянул, а жизнь уже прошла — пора умирать.

Я не шучу: красный кровяной шарик существует около трех с половиной месяцев. Примерно таким же был бы век его владельца: без клеток крови нет жизни, а они словно кратковременный вексель с твердым сроком погашения. Вспомните хотя бы трагедию югославских физиков.

Вот я и пришел к роковой формуле: человек живет не дольше, чем самая хрупкая, самая недолговечная из жизненно важных частей его тела.

Но фатализма здесь нет.

Клетки крови действительно не очень живучи. Они раз-

рушаются быстро и нацело. Зато нарождение новых идет с поразительной быстротой. В кровотоке ежедневно подменяется одна тридцатая красных телец. Свежие непрерывно замещают погибших. Вместе с ними обновляется и разносчик кислорода — гемоглобин.

В иных случаях выделка кровяных телец идет куда скорее, чем снос. За счет резерва покрываются большие потери крови на поле боя и операционном столе, в донорском пункте и при случайной катастрофе.

Но кровь не единственно важная часть тела. Как восполняют свои потери другие, не менее ценные?

Не здесь ли, наконец, уязвимое место?

Нет, и тут природа не промахнулась: большинство важных органов сделаны из сверхпрочных тканей — мышечной и нервной. Сердце, скелетная мускулатура, пятнадцать миллиардов клеток головного мозга трудятся бессменно. Им, как говорят, износу нет. И, если бы не болезни, вахта эта длилась бы по меньшей мере лет полтораста.

Но, оказывается, даже «вечные» ткани в какой-то степени пользуются правом на самообновление.

Зародыш сердечной мышцы обыкновенной курицы, попав в руки ученых, повел себя на лабораторном столе как легендарная птица Феникс: он восстал из пепла. Измельченный, раздробленный на клетки, зачаток цыплячьего сердца вновь вырастал на оболочке другого зародыша и пульсировал без остановок. То была как бы живая модель сердца.

Но не только мышечная ткань способна к возрождению.

Есть у биологов свой атом — нервная клетка. Долгие годы ее считали неделимой. Для живой ткани это означало полную неспособность к росту: клетка не делится — ткань не растет; бесплодная, она обречена. Отсюда следовал неизбежный вывод: человек рождается с пожизненным запасом нейронов. Нежная ткань мозга уподобилась наследству, которое можно расходовать, но нельзя нарастить даже на тысячную долю. Никто не оспаривал эту извечную истину: мозг есть мозг. Что с ним поделаешь?

Но вот ученица профессора Елисеева — аспирантка Сую-Цзинь, экспериментируя на животных, вдруг увидела, как после травмы делятся клетки высшего отдела центральной нервной системы — коры головного мозга. На ее глазах про-

изошло небывалое: расщепилось ядро нейрона. Из одной нервной клетки стало две. Такому открытию могли бы позавидовать даже физики.

Ведь если окажется, что нежные клетки мозга пусть очень медленно, но все же делятся, растут, подобно другим, менее важным тканям человеческого тела, медики со временем непременно овладеют этим процессом. Где надо — подстегнут, а иной раз притормозят реакцию нервной ткани на вторжение скальпеля. Нейрохирурги и психиатры охотно примут такой метод: болезни нервной системы часто ведут к необратимым поражениям нейронов. А тут эти клетки как раз и заставят плодиться, замещать больную ткань...

До восстановительной хирургии мозга, конечно, еще далеко. Это наука будущего. Сюй-Цзинь сделала к нему первый шаг.

Другой сделала американская исследовательница Гейгер. Она вырастила на искусственной питательной среде большую колонию нервных клеток. Несколько нейронов, взятых ею из коры головного мозга, живут и размножаются уже много лет. Правда, сейчас трудно поручиться, что в этой колонии нет межучточных, опорных клеток мозга, но сама культура растущей нервной ткани, что от века слыла бесплодной, стала новым доказательством больших восстановительных ресурсов организма.

Конечно, не всегда и везде они одинаковы. Кровь, например, черпает в кладовых организма гораздо больше свежих пополнений, чем все другие клетки тела. Но есть и ткани «середняки»: они не так запасливы, как кровь, зато богаче резервами, чем нервы и мышцы. Их клетки делятся не часто, живут долго, умирают медленно. Подвиг самопожертвования кровяных телец им чужд. Таких середняков много, но куда интереснее клетки-борцы, клетки-инженеры, ваятели тела.

## **Лимфоцит-строитель**

Отважны яростные охотники за микробами — фагоциты. Их боевые заслуги известны всем: погибая, они утверждают жизнь. Но, кроме защитников, телу нужны строители. И тут выясняются интересные подробности: у белых шариков есть мирная профессия. Каждый четвертый занят сози-



данием. Этот четвертый рождается в селезенке и лимфатических узлах. Оттого его так и называли — лимфоцит.

Скромный работяга долго скрывал свои побочные занятия. О них ученые впервые заподозрили, обнаружив странную пропажу.

Из каждых тридцати новорожденных лимфоцитов в кровоток попадает только один, остальные бесследно исчезают. Их нельзя отыскать ни в крови, ни в других тканях тела. Заметить такую разницу было нетрудно. Понять ее причину — гораздо сложнее. Начались поиски.

В лимфатических железах, разумеется, было нашествие лимфоцитов: там их родина. Потом подсчет вели на контрольных пунктах — двух главных протоках, куда сливается вся суточная продукция лимфоидной ткани. Здесь тоже было великое множество лимфоцитов. А дальше их след терялся. В крови загадочных шариков оказалось в тридцать раз меньше, чем прошло через протоки.

Куда же они деваются? Не тают же по дороге!

В том-то и дело, что не исключена и такая возможность.

Лимфоциты могут гибнуть с очень важной, я бы сказал с благородной целью. Разрушаясь в тканях тела, они отдают им очень ценное вещество — рибонуклеиновую кислоту.

Часть белых шариков, видимо, постоянно развозит эту кислоту по всему организму, как красные — кислород. Но, работая на жизнь, сами они своего рода смертники: их назначение заключается в полном распаде. Именно благодаря такой жертве освобождается рибонуклеиновая кислота — одна из самых ходовых деталей белкового конвейера клетки. А штамповка белков, этих живых кирпичей тела, — занятие не менее важное и сложное, чем дыхание.

Такова догадка о неизвестной профессии белых телец. Догадка смелая, интересная, позволяющая заглянуть в один из потаенных механизмов возрождения живой ткани.

День за днем биологи постигают эту удивительную способность человеческого тела непрерывно восполнять утраты, чинить прохудившуюся плоть.

Много наблюдений накопилось о восстановительных процессах. Порой они новые, вот-вот из-под линзы микроскопа, а иногда... Впрочем, судите сами.

## Прометей и обезьяны

Древние греки не очень увлекались биологией, им, видимо, была больше по душе мифология. Но один из героев Эллады имеет некоторое отношение к проблеме регенерации внутренних органов.

Если помните, орел, долго терзавший печень Прометея, так и не выполнил задания Зевса. Разгневанный бог напрасно посылал его к титану: он, видимо, не знал, что печень может заново стрсить свои клетки, а иногда целые дольки. Но вот в наши дни неподалеку от кавказских ущелий, где безуспешно трудился зевсов орел, были проведены вполне реальные и очень убедительные опыты.

В Сухумском питомнике у обезьян удаляли большие куски печени. Вырезанная наполовину, она вскоре восстанавливала нормальный объем. Хирургов такое наблюдение не могло, конечно, оставить равнодушными: болезни печени всегда было трудно лечить оперативным путем. Но теперь, когда в ней густо разрастается соединительная ткань, врач берется за нож. И отнимает порой целую долю. В оставшихся частях благодаря этой операции соединительная ткань постепенно рассасывается, зато печеночная растет. Увеличиваются ее клетки, а вместе с ними рабочая площадь органа.

В былые годы врач очень редко, да и то с великой предосторожностью, удалял почку: как бы не отказала вторая. Сегодня он оперирует на единственной, ибо уверен, что даже четвертая часть этого небольшого органа может через год-два стать полноценным ассенизатором человеческого тела. А для восстановления кости не нужно ни четвертой, ни со-той ее доли. Она вырастает на чистом месте. Именно на чистом, обеззараженном. Когда ни микробы, ни продукты распада из воспаленного очага не мешают ее возрождению.

На этот раз хирург убирает не частицу, а весь больной орган. Кость, пораженную гнойным воспалением, он целиком вылуцивает из здоровой надкостницы и вставляет вместо нее гипсовый стержень. Потом он зашивает рану. Гипс остается в живом надкостничном чехле.

Немного странная начинка для человека, но врач вложил ее неспроста. На ней, как на балке, будет строиться новая, крепкая кость.

И за материалами дело не станет. Ведь не зря же, беспощадный к больной кости, хирург с величайшей бережливо-

стью сохранил здоровую надкостницу. Она и воссоздаст утраченный орган по всем правилам строительной техники.

Как видите, и на этом участке восстановительные работы ведет сам организм. Нет, не напрасно врачи все больше доверяют его резервным силам. Поистине они животворны.

Но поверить в них мало, нужно научиться отыскивать эти запасники жизни и бережно расходовать накопленные там богатства.

Разумеется, медики не рассчитывают найти здесь какой-то универсальный способ борьбы с болезнями. Средство, исцеляющее от всех недугов, обычно не лечит и одного. Но, узнав секреты обновления живой ткани, врач сможет энергичнее, смелее вмешиваться в патологический процесс, станет обрывать его, иной раз поворачивать вспять — одолеет неизлечимые сегодня недуги. Ведь болезни сердца, сосудов, крови, нервной системы нередко вызваны поломкой этого таинственного механизма. Понять его — значит наладить нарушенный ход жизни.

Трудная, но увлекательная задача. Как решить ее, где искать заветные ключи к здоровью?

## **Самая лучшая операция**

Разгадка скрыта в глубине растущей ткани, в ее запутанных, чертовски сложных взаимоотношениях с соседями.

Этот живой узел завязывается еще в зачатке. Развиваясь бок о бок, молодые ткани как бы приглядывают друг за другом. Тесное содружество и взаимный контроль сдерживают их буйный рост, регулируют и направляют его по заданному руслу.

И действительно, ткани очень редко нарушают правила внутреннего распорядка.

Но стоит порвать одну из таких связей, изменить привычные соотношения, и ткань неожиданно ломает традицию. Она переходит к чужим. Из обычной соединительной ткани может вырасти кость.

И не вдруг, а в мельчайших подробностях повторив весь жизненный путь костных клеток. Новообращенная ткань берет на себя все обязанности костной: она тут же вклю-

чается в кальциевый обмен, приступает к кроветворению — словом, ничем не выдает своего необычного происхождения. Но что же все-таки побудило ее переменить занятие?

Главный виновник этого странного превращения — кусочек слизистой оболочки, добытый из мочевого пузыря или почечной лоханки подопытного животного. Когда этот возмутитель внутритканевого спокойствия рядом, соединительная ткань прямо-таки сама не своя. Пересаженный по соседству, он быстро прорастает вглубь и заставляет ее изменить и облик и назначение.

Но нет худа без добра. После такой крутой перемены обыкновенная опорная ткань становится в ряд с жизненно важными: наращивание запасов кальция, красных и белых шариков становится ее кровным делом.

И вот здесь, пожалуй, открывается еще одна возможность обновления жизни. Особо ценную ткань можно выращивать в самом теле, за счет ее соседей. Благо, польза от такой подмены намного больше убытка. А закон белковой несовместимости тут не имеет никакой силы: кроветворная ткань, возникшая из собственных клеток, прекрасно уживается со всеми соседями. Им-то ведь нет дела до ее волшебных превращений, главное — своя.

Это тоже путь к преодолению тканевой вражды, вернее, обходной маневр. Ценную ткань, не пересаживая, можно растить на месте.

Организм и сам иногда прибегает к такому своеобразному внутреннему займу. Больной, он не ждет помощи извне, а прежде всего ищет ее в самом себе. Сломанная кость обычно пользуется щедротами надкостницы, но часто покрывает нехватку строительных материалов из близлежащей соединительной ткани. Тогда костная мозоль растет быстро и прочно.

Жаль только, аварийная служба человеческого тела не всегда действует так энергично и самостоятельно. Порой она дремлет, когда над организмом нависла смертельная угроза — например, лучевое поражение костного мозга.

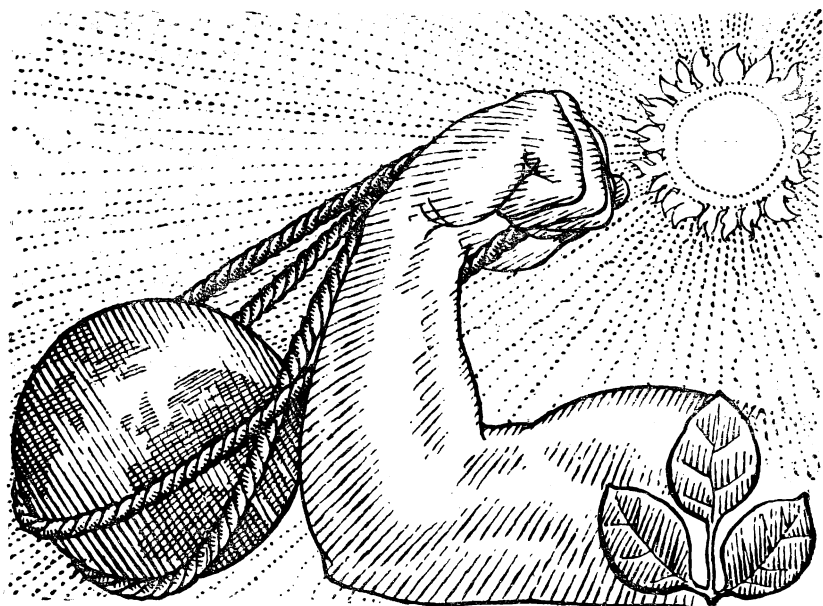
Радиоактивный удар вывел из строя кроветворную систему, а механизмы дополнительного обеспечения стоят. Соединительной ткани в теле хоть пруд пруди, но они и не думают воспользоваться ею, чтобы восстановить костный мозг. Нужен какой-то толчок, приказ, тогда все пойдет своим чередом.

Видимо, распоряжение должна дать пересаженная ткань, а может быть, выделенное из нее химическое вещество — какой-нибудь гормон, стимулятор роста.

Пока такая власть замечена только за слизистой почечной лоханки. В ее присутствии скромные соединительнотканые клетки буквально костенеют. Тут уж правда: сосед соседу неровня. Но медикам это открытие на руку. Со временем оно научит их по-новому лечить незаживающие переломы, тяжелые болезни крови и обмена веществ.

Тканевые катализаторы жизни есть, наверное, и в других частях тела. Обнаружив их, ученые смогут управлять ростом и восстановлением различных органов. Разобравшись в субординации тканей, врач навяжет им свою волю. Тогда все поломки человеческого тела он станет чинить без ножа и с верной гарантией.

Сбудется же когда-нибудь старая мечта людей — жить не старея, не зная износу, не ведая о хирургах! Ведь как бы ни была высока хирургическая техника, лучшей операцией всегда останется та, которую не нужно делать.



## СТРЕМИТЕЛЬНЫЙ И НЕУСТАННЫЙ

Когда Архимед потребовал точку опоры, чтобы перевернуть мир, он не проявил излишней самоуверенности, просто он был уверен в себе: у него, видимо, были довольно крепкие мускулы.

К счастью, опоры не нашлось, а то неизвестно, чем бы кончилась эта затея. Но как бы там ни было, а в одном Архимед не ошибся. Сам того не ведая, он первый оценил истинной мерой великую мощь, заложенную в мышце.

Что ни говори, рычаги рычагами, а силу ко всякому делу приложить тоже надо. И порой немалую. Откуда же бе-

рется в мускуле эта стремительность стальной пружины и мощь, способная затмить все технические чудеса нашего века?

Мышца — двигатель особого рода. Ее не сравнишь ни с паровой машиной, ни с дизелем; ничего турбореактивного в ней тоже при всем желании не найти. И все же мышцей бранной и трудолюбивой поныне силен человек. Даже рядом с атомным реактором не меркнет ее рабочая слава. И не потому только, что все на земле сделано ею — мышца сама по себе работает не хуже любого мотора. А устроена она, пожалуй, намного экономнее и прочнее.

Мышечная механика куда совершеннее всех паровиков и турбин. Знай мы ее получше, иным железным чемпионам наверняка пришлось бы потесниться.

Я и не сомневаюсь, что машина, построенная по образцу мышцы, этаким стальной мускул, со временем станет одним из самых надежных двигателей. Легкий, мощный, он заменит многотуповые котлы и турбины, вернет мускульной силе былую славу. Но то будет совсем иная слава.

Вытеснив ручной труд, машины совершили некогда революцию — возвращение инженеров к мышце не станет промышленной контрреволюцией. Живая плоть, преобразованная в новейшие сплавы и пластмассы, обернется истинным чудом техники.

Однако дело не только в технических новшествах. В конце концов, не человек создан для машины. Изучение мышцы обещает нам нечто большее, чем может дать самый могучий и совершенный механизм, — здоровье, порой жизнь. Да, без преувеличения: жизнь. Ибо и поныне более половины людей на земле гибнут оттого, что сердечная мышца вдруг круто обрывает свой неустанный, истинно египетский труд.

Где добыть искру, способную с новой силой возжечь пламень угасающей жизни?

В сердце, только в глубинах сердечной мышцы можно отыскать ключ к спасению. Но проникнуть в них, пожалуй, труднее, чем достигнуть дна морского. Мышечное движение, простое и естественное, как улыбка, вздох, рукопожатие, на поверку оказалось на редкость загадочным.

Подвластное малейшей прихоти человека, оно упорно скрывает от него свою тонкую механику. А между тем раскрыть ее — это значит взять в руки управление одной из

важнейших систем человеческого тела. Потому так внимательно вглядываются в мышечное волокно биохимик и физиолог, анатом и биофизик. Они хотят понять, что же происходит здесь в момент сокращения.

В самом деле — что?

## **Чудо молекулярной техники**

Странный факт: сокращаясь, мышца вовсе не сокращается; длина ее тончайших, сверхмикроскопических волокон остается неизменной. Но короче она все-таки становится. Это знает всякий, кто видел, как дрыгает лягушачья лапка, когда через нее пропускают ток. Без укорочения не было бы движения.

Как же так: мышечные волокна не сокращаются, а вся мышца укорачивается? Что-то здесь неладно. Ведь даже два этих слова почти равнозначны, а тут такое противоречие. Видно, в мышце и впрямь заложен какой-то особенный механизм.

Заглянуть в него удалось совсем недавно, когда электронный микроскоп открыл перед исследователями фантастический мир белковых молекул. С тех пор мышечная механика стала понемногу проясняться. От электрона она не могла уберечь своих тайн.

Но, прежде чем отправиться за этим зорким поводырем, взглянем на мышцу через обычный микроскоп. Вот ее первые составные части — сотни тонких, плотно пригнанных друг к другу волокон. Исчерченные поперечными полосами, все вместе они похожи на распластанную шкуру тигра. От частых полос даже в глазах рябит. Но если всмотреться, у шкуры есть и ворсинки: она состоит из великого множества еще более тонких волокон — миофибрилл.

Так в светлом круге микроскопа выглядят самые крупные блоки мышечной архитектуры.

Мышца собрана из волокон, а каждое мышечное волокно — это пучок вытянутых миофибрилл. Попросту говоря, при обычном увеличении она выглядит как многожильный канат. Вот, пожалуй, пока и все. Глубже глаз не берет, там начинается загадочный мир сверхтонких структур. А к ним без электронного микроскопа не проникнешь.



Зато в его окошке иная картина. Мышца здесь как старое поле с птичьего полета. Чередование ярких и темных линий, света и тени сменилось сплошной чересполосицей. Мышца словно поделила свои угодья на сотни маленьких участков. И в каждом из них биологи обнаружили совершенно новые детали — тончайшие нити мышечных белков, что называется, последний винтик этой сложной живой механики. Его-то им как раз и не хватало, чтобы подкрепить одну очень интересную догадку о природе мышечного сокращения.

Английскому микроскописту Хаксли, проведшему немало часов за изучением мышцы, пришла как-то в голову занимательная мысль представить каждую миофибриллу чем-то вроде длинного ящика, битком набитого маленькими ружьями. Зарядил он их — разумеется, тоже мысленно — стрелами. В каждое дуло по стреле. Прикладу в этой истории не отведено никакой роли: действуют только ствол и заряд — прототипы каких-то сверхмикроскопических частей миофибриллы, о которых ученый тогда лишь смутно догадывался. Что же происходит в этом «ящике» в миг сокращения?

Вы догадались: залп из всех стволов!

Ан нет, не залп, а наоборот — зарядка: стрелы быстро скользят в дула. И, погружаясь — заметьте, это важно, — как бы укорачиваются. Почему — как бы? А потому, что на самом деле ни одна стрела, конечно, длины не меняет, но, уходя в ствол, каждая становится вроде бы короче. Ну, как шея, втянутая в плечи.

Вот вам и укорочение без сокращения.

В тоненькой миофибрилле одновременно работают сотни таких слаженных механизмов. И делают все, как по команде, размеренно и четко.

Хитро задумано, не правда ли?

И в общем-то, довольно правдоподобно. Однако вернемся к живой плоти: сравнения сравнениями, но в мышце, насколько мне известно, никто до сих пор оружейных складов не обнаружил.

Зато венгерские биохимики Ференц Штрауб и Альберт Сент-Дьердьи нашли в ней два белка — актин и миозин. Эти белки и оказались, в конечном счете, главным мышечным двигателем.

Молекулы актина круглы и подвижны, словно шарики ртуту. Стоит добавить к ним немного калиевой соли, они мгновенно образуют короткие цепочки, которые тут же соединяются в одну длинную нить, как в ртутном столбике.

Такие нити струнами натянуты в каждой миофибрилле. Их в ней очень много. Тесно прижавшись друг к другу, они как бы этажами смыкают свои короткие звенья. В электронном микроскопе видны ровные поперечные ряды, пересекающие прямые продольные линии. Мышца расчерчена ими как тетрадный лист. Они-то и перечеркнули все прежние представления о ней. Живая плоть по своему строению оказалась очень похожей на кристалл.

В этой изящной молекулярной постройке природа использовала и другой белок — миозин. Он не столь тонок, как его напарник, но и ему нашлось рабочее место в миофибрилле. Миозиновые тяжи пролегли здесь строго между актиновыми нитями, словно расчесав их кудель на тончайшие волокна. Как шнурок из двух сортов ниток — шелковых и суровых, — сработана миофибрилла из цепочек актина и миозина.

В двух этих белках и заложен главный секрет мышечного сокращения.

У них много разных свойств, но одним природа их обделила: ни актин, ни миозин сами по себе не могут сократиться. Зато, объединившись по-соседски в актомиозин, они вдруг обретают удивительную способность к быстрому, почти молниеносному укорочению. Замечательный венгерский ученый лауреат Нобелевской премии Альберт Сент-Дьердьи как-то признался, что самым волнующим в его научной карьере был момент, когда он впервые увидел, как сокращается актомиозин.

Но чему тут было радоваться Хаксли? Не все ли равно, какие в мышце белки и как они там расположены — вдоль или поперек?

Нет, англичанин ухватился за эти белковые ниточки не зря. Ведь нити актина — это и есть те «стрелы», которыми он заряжал свои воображаемые ружья, а миозиновые тяжи между ними, видимо, играют роль ружейных стволов. В миг сокращения актиновая нить скользит вдоль тяжей, как по накатанной лыжне...

Красивая гипотеза, ничего не скажешь, но без доказательств цена ей невелика. Хаксли искал факты.

Судите сами, как он обрадовался, когда на микрофотографиях мышцы четко различил два равномерно чередовавшихся типа нитей. В них он сразу признал живое воплощение своей идеи.

И верно: электронный микроскоп дал прочную опору его скользкой гипотезе. Она буквально повисла на этих новонайденных белковых нитях. И стала ныне достоверной теорией мышечного сокращения.

Так вот, оказывается, в чем секрет мышцы. Не скручивание белковых молекул в спираль и не складывание гармошкой, как долго полагали ученые, а обыкновенное скольжение лежит в основе мышечной механики. Актиновая нить, словно санный полоз, въезжает между тяжами миозина. Вклиниваясь в глубь тяжей, она укорачивается. Все это должно происходить почти мгновенно, иначе как объяснить резкий бросок вратаря, стремительность птичьего старта, сотни взмахов в секунду крылышек иной букашки?

Ничего не скажешь, механизм отработан природой четко. Но не так еще четко разобрались в нем биологи. Ведь любой двигатель, как бы ни был он совершенен, и винтиком не пошевелит без горючего. Подавай ему уголь, бензин, электроэнергию, наконец, расщепленный атом. А мышца чем хуже? Откуда она черпает свою неистомную силу, где кладезь ее энергии,— словом, что происходит в мускульной топке в миг наивысшего напряжения?

## **Пламень жизни**

Простой и красивый опыт поставил несколько лет назад все тот же венгерский биохимик Сент-Дьердьи. Он спросил себя: что движет мышцей? И вместо ответа начисто уничтожил в ней даже малейший намек на активное движение. Тщательно вымочив и заморозив полоску кроличьей мышцы, он лишил ее способности самостоятельно сокращаться. Живая машина застопорилась. Вялая, безучастная ко всяким раздражениям, она мертво лежала на столике.

Теперь можно было начать поиски топлива, которое приводит ее в движение.

Осторожно, точно боясь спугнуть самого себя, опустил ученый мышечную полоску в раствор калиевой соли. Немного подождал, потом добавил магния. И, наконец, капнул из пипетки всего-навсего одну каплю светлой жидкости.

В тот же миг мышца ожила! Она сократилась так сильно и стремительно, что легко могла бы поднять груз в тысячу раз тяжелее собственного веса. Рекордное число! Сам кролик не выжал бы из нее большего. Но что это за волшебная капелька, вдохнувшая в мышцу такую энергию?

Аденозинтрифосфорная кислота, короче — АТФ. Всего три буквы, а прозвучали они в биологии весомей многих слов: за ними — большое открытие.

АТФ — копилка живой энергии. Каждая входящая в нее частица фосфора (всего их три) вносит маленький энергетический вклад. Вместе они накапливают впрок довольно солидный заряд. В тот миг, когда мышца получает приказ «сокращаться!», этот необычный аккумулятор щедро отдает ей весь запас энергии. Тотчас мышечный двигатель приходит в действие. Но АТФ при этом разрушается. Таково уж ее назначение: распадаясь, освобождать энергию.

Куда же низвергается этот энергетический водопад, какие механизмы запускает он в мышце?

С таким магическим веществом, как АТФ, биологи могли уже понемногу прощупать детали помельче, например мышечное волокно — миофибриллу. Она не заставила их долго ждать, живо сократилась. Но и это еще не было пределом. Когда венгерский исследователь, волнуясь, следил за укорочением актомиозиновой нити, АТФ и ей исправно поставляла энергию. «Вот, — подумал ученый, — еще одно доказательство, что белковая ниточка — самая маленькая модель наипростейшей сократимой системы: миофибриллы».

Так постепенно биологи разбирали механику мышцы. А энергетика давалась им куда труднее. Не так-то легко проследить переход энергии в движение, да еще в молекулах живого организма. Однако кое-что удалось выяснить.

В тот миг, когда АТФ отдает мускулу свои энергетические запасы, ей приходится вступить в связь с мышечными белками, точнее — с одним из них: миозином. Как это происходит — неизвестно. Объединяются ли они во временное химическое содружество, перебрасывают ли, словно жонглеры, заряженные частицы — ионы, пока не знает никто, но факт таков: АТФ передает свой заряд миозину.

Однако кто понуждает ее? Кто зажигает мышечный мотор, разрушая АТФ, доставляет ему энергию?

Вероятно, какой-то фермент. Во всех клетках трудятся ускорители реакций, видимо, есть такой работяга и в мышце. Стоит ее хорошенько выпотрошить, отжать — и он наверняка выйдет наружу. Тут его и лови!

Владимир Александрович Энгельгардт уже предвкушал, какую хитроумную ловушку расставит он ферменту. Все свои мысли, все интересы сосредоточил он на этой мутноватой мышечной влаге. Белки актин и миозин, так сказать, ходовая часть мускула, оставались вне подозрений: кто же подумает, что поршень мотора служит еще и запальной свечой?!

Сок! Только в мышечном соке нужно искать это зажигающее вещество.

Лаборантка растерла мышцу, отмочила ее в воде и, выжав, бросила в ведро. А настой передала биохимикам — мастерам точнейших анализов, искусным ловцам загадочных веществ. Только на этот раз удача что-то не спешила им в руки. Реакция за реакцией, в ведре уже сотни отжимок, а фермента все нет.

Владимир Александрович сердится, убеждает сотрудников, что где-то они сработали нечисто, упустили важное соединение. Те виновато пожимают плечами и снова садятся за штативы с пробирками. Найдется же в конце концов этот проклятый фермент, если он вообще существует!

Изоцрялись они еще долго. Но безуспешно. Когда пришло полное разочарование и они совсем отчаялись найти в мышечном соке что-нибудь путное, Владимир Александрович вдруг посоветовал:

— Знаете, я бы все-таки порылся в отжимке. Без всякой надежды, но все-таки попробуем. Для очистки совести!

Они попробовали. И нашли. Фермент действительно был в отжимке, и химики, можно сказать, вытащили его из помойного ведра.

Вещество это мгновенно расщепляло АТФ, работало здесь, как магнето в моторе.

— Наконец-то! — вздохнула лаборантка.

— Да нет, только начало, — возразили биохимики. И стали копать в этом веществе дальше: кто же он такой, этот ускоритель мышечных реакций?

Нет, вы, наверно, не сумеете представить себе их лица,

когда они увидели, что это все тот же миозин! Ну да, поршень и свеча в мускульном моторе всегда одна и та же деталь — сократительный белок, миозин.

Академик Владимир Александрович Энгельгардт вместе с Милицей Николаевной Любимовой открыл в мышце пусковое устройство энергетической реакции. Им оказалось само мышечное волокно: миофибрилла. Эта труженица не только работает без усталы, но и добывает себе пропитание. На роль фермента, понуждающего АТФ к распаду, она определила собственный белок — миозин.

То было крупное открытие.

В. А. Энгельгардт перекинул первый мостик между химией и механикой мышцы. По нему и началось проникновение биологов в механохимию мышечных белков. А там их уже давно подстерегал коварный вопрос: как же все-таки невидимая энергия превращается в зримое сокращение, что, в конце концов, движет актином и миозином?

И снова ученые надолго затихли. Догадок, конечно, было много, но никто не спешил их высказывать. Труд мысли и спорт размышлений — вещи разные. И тот, кто эту разницу понимает, трудится молча.

Молчал до поры и Хаксли. В его гипотезе было одно очень уязвимое место: она не объясняла, какая сила заставляет актиновые нити скользить между тяжами миозина.

В самом деле, почему при сокращении актин погружается в миозин, а потом снова освобождается? Хаксли этого не знал. Зато ему было известно другое: если теория верна, всякое новое открытие должно ее подтверждать и прояснять.

Такое открытие вскоре было сделано. Поначалу оно несколько озадачило биохимиков. К их удивлению, молекула миозина оказалась не самой маленькой частицей мышцы. У нее были сверхмалые детали со строгим распределением обязанностей: одни отнимали у АТФ энергию, а другие ее использовали. К тому же выяснилось, что миозин — белок весьма контактный: он охотно вступает в связь не только с АТФ, но и со своим напарником — актином. Пестрые, разноречивые факты! О них разбилась не одна гипотеза, но Хаксли они помогли.

В сотый, а может быть, тысячный раз ученый вернулся

к своим мыслям. «Чем вызвано скольжение?.. Это, так сказать, постановка задачи. А что дано? К сожалению, немного. Миозин отбирает у АТФ энергию, потом тянется к актину... наконец, связывается с ним... Стоп! Не здесь ли разгадка движения? Ну конечно же, мостики решают всю задачу. Временные перекладки между двумя белками — вот двигатель мышечного сокращения».

Возможно, все было не так. И даже наверняка иначе. Ученый, решивший во что бы то ни стало сделать открытие, обычно ничего не открывает. Но как бы там ни было, а электронный микроскоп подтвердил: Хаксли прав, в мышце действительно есть мостики. Московский микроскопист Владимир Гилев сумел даже сфотографировать эти внутримышечные перекладки.

Перекидываясь от каждой актиновой нити к миозиновому тяжу, они как бы подтягивают ее за счет энергии, полученной у АТФ. Каждый новый мостик — шаг актина вдоль миозина. Его даже удалось измерить. Он равен 55 сто миллионным долям сантиметра.

Не очень-то велик. Но в изучении мышцы это был гигантский шаг. Ученые наконец твердо знали, где химическая реакция превращается в мышечное сокращение.

На миг могло показаться, что отныне все стало предельно ясным. Увы, только на миг. Как бы ни было прекрасно мгновение открытия, ученый не скажет ему: «Остановись!» Впереди океан неизвестного, а странствие в глубь мышцы только началось. От молекул сократительных белков путь исследователей лежит к электронам.

Легкие, мгновенно возбудимые, они скорее всего и служат переносчиками энергии, обеспечивают стремительность мышечного сокращения. От неукротимой энергии возбужденных электронов в конечном счете зависят все сверхскоростные реакции в мышце.

Здесь, в этом вихре мельчайших частиц, скрыт ее главный секрет.

Но тут мы незаметно оказались на пороге совершенно новой науки — квантовой биологии. О ней пока много не расскажешь — это наука будущего.

Кванты и жизнь. Даже само сочетание этих слов звучит сегодня непривычно. Ведь еще совсем недавно в обиходе

ученых появилась молекулярная биология. И надо признать, далеко не всеми была обласкана, а здесь речь пойдет о живой энергии электронов, термодинамике мышцы. Именно на этом ненакатанном пути исследователи надеются достигнуть цели — понять, как энергия управляет жизнью.

Однако вот вопрос: кто управляет самой энергией? Должен же кто-то подать сигнал к сокращению мышцы, как бы нажать на курок заряженного «ружья».

Впрочем, кому же это не известно? Конечно, тут командует двигательный нерв, точнее, нервное волокно. Но как ему это удастся? Ведь оно рядом с молекулами мышцы как бревно среди горошин.

## **Идут телеграммы**

Опять удивительный и совершенно достоверный факт: между нервом и мышцей никакой прямой связи нет! Электронный микроскоп недавно разоблачил еще одно старое заблуждение. Нерв вовсе не уходит в мышцу, словно корни дерева в грунт, он останавливается на ее пороге. И как ни старались микроскописты отыскать контакт, его не было. На сверхтонких срезах ткани они видели одну и ту же картину: миофибриллы тянутся сами по себе, нервное волокно — тоже. Его ветки не теряются в мышечной мякоти, а легонько впячиваются в нее, входят точно короткие пальцы в перчатку. Эта перчатка — граница: глубже нерву хода нет, он изолирован от мышцы особой перегородкой.

Странное дело, связи нет, а электрический импульс между ними проскакивает. Впору было подумать о каком-то беспроводном телеграфе.

Уже было и подумали, да выяснилось, что недооценили инженерный гений природы: она заложила сюда своеобразные живые полупроводники — тончайшие мембраны, пропускающие импульс по еле видимым трубочкам только в одном направлении: от нерва к мышце.

Есть, оказывается, у современных полупроводников отличные предшественники. Гораздо меньше самых маленьких транзисторов, они сделаны буквально из ничего: природа обошлась водой и гомеопатической дозой двух-трех солей.



Вот тебе и техническая новинка со стажем в несколько миллионов лет! Право, жаль, что природа не патентует свои находки: для многих изобретателей они были бы большим сюрпризом. Однако что же происходит с импульсом дальше?

Он бежит по зеленой улице к миофибриллам. Преграды пали, путь к мышечным волокнам свободен.

Электрический заряд врывается в обитель электронов и возбуждает в них необычайный прилив энергии: мышца сокращается. А силу сокращения заказывает центральная нервная система. Это она хоть и на глазок, но довольно точно определяет, сколько мышечных волокон нужно включить, чтобы раззуделось плечо, размахнулась рука...

У нерва натура живая, импульсивная. Тысячи сигналов мчатся по нему со скоростью триста с лишним километров в час. Расстояние от мозга до самой отдаленной мышцы они покрывают за какие-то ничтожно малые доли секунды. Каждый импульс спешит, как дипкурьер, несущий важную депешу. Из потока сигналов мышца мгновенно отбирает все, что адресовано ей лично, и, расшифровав, тут же исполняет приказ «верховой ставки». А распоряжений оттуда сыплется видимо-невидимо. И каждое идет по своему каналу — нервному волоконцу.

Нелегкое дело — обслужить всех абонентов этой многоканальной сети. Нервам даже пришлось обзавестись чем-то вроде собственной охраны труда. Они вытребовали себе минимальный отдых — две-три тысячные доли секунды. И отстаивают свое право очень просто: ни один из них не пропустит два сигнала кряду. Хоть «срочная», хоть «молния», а раньше, чем кончится передышка, не пропустит — и баста. Это почти как обеденный перерыв на сельской почте: хочешь не хочешь, а жди. Благо таких почт в организме миллиарды: не достучался в одну, поспедай к другой. Сигнал так и поступает.

Впрочем, и в ожидании заложен особый смысл. Пока импульс топчется на пороге, нерв восстанавливает свою электропроводность. Как ни странно, она совсем мала. Этот многожильный кабель очень плохой проводник. Просто диву даешься, как он поспевает доставить мышцам столько важной информации, да еще в такой короткий срок. Сигналы затухают в нерве, не пройдя и полусантиметра, а он умудряется переправить их иной раз на полметра. И никогда не опаздывает.

Что бы это значило — опять «техническая новинка»?

Да, пожалуй, если реле-усилитель можно еще считать новостью радиотехники.

Таких релейных подстанций в нервном волокне не счесть. Каждая из них подхватывает импульс и, усилив, передает по эстафете соседней. Они просто не дают ему угаснуть. И происходит это на взаимовыгодных началах. Импульс возбуждает небольшой участок нерва, а возбужденный участок, снабдив его энергией, проталкивает дальше. На следующем участке все повторяется снова, и так до места назначения.

Как огонек по бикфордову шнуру, бежит сигнал к цели. Достиг — и сразу взрыв: мышечные электроны начали отдавать кванты энергии.

Все это, конечно, лишь общая механика нерва. В действительности нервная проводимость куда сложнее, интереснее, чем самая совершенная система электрической связи. Нерв и мышца пока еще не раскрыли своей электрохимии, а именно в ней — их главная тайна. И хоть вы не раз прочли здесь — «живая машина», «мышечная механика», я закончу тем же, с чего начал: все технические чудеса нашего века меркнут перед великим творением природы — человеческим организмом!

• • •

Все бы хорошо, да не так уж все хорошо. Один биофизик часа полтора перечислял мне огрехи этой лучшей в мире машины. И насчитал их столько, что под конец, разволновавшись, воскликнул:

— Если бы я стал заново сочинять человека, мне пришлось бы почти все переделать!

Не знаю, дождемся ли мы такого вторичного сотворения, но тогда я подумал: все не все, а с витаминами, действительно, вышло неудачно. Какая-то пожизненная зависимость от лепестка травы. Нет его — и вся эта великолепная механика, вся сверхкибернетика живой клетки идет прахом. Чего бы, казалось, проще: наладь клетка выпуск этих сложных молекул, и ничто ей не страшно.

Не может: нет, видно, в ее хозяйстве нужных деталей, штампов. А в листе, в ничтожной травинке — пожалуйста, сколько угодно!

Так не тут ли проходит наше родство? Не витамин ли сближает, роднит человека со всей природой?

Оставим философию любителям, но вот простой, как таблица умножения, факт: есть две машины — живая и растительная клетки. В них работают разные молекулы — вроде бы колеса, винтики, всякие детали этих сложных механизмов. И вот, оказывается, одна молекула, одно колесо растительной клетки — витамин — целиком входит в механизм живой клетки. Не просто входит: жизненно необходим ей!

Детали совсем несхожих машин взаимозаменяемы. Значит, и сами машины не так уж далеки друг от друга.

Вот оно, великое единство живой природы, упрямое в мельчайшей ее детальке — молекуле витамина.

Когда Блез Паскаль называл человека мыслящим тростником, он, верно, и не подозревал, как близок к истине. Ибо даже два с половиной столетия спустя наш современник Альберт Сент-Дьердьи откровенно признает:

— Не существует подлинного различия между королями и капустой, мы все — молодые листья на старом дереве жизни.

Да, молодые! И в том наше счастье, наша сила и стойкость:

Человек — хоть будь он трижды гением —

Остается мыслящим растением.

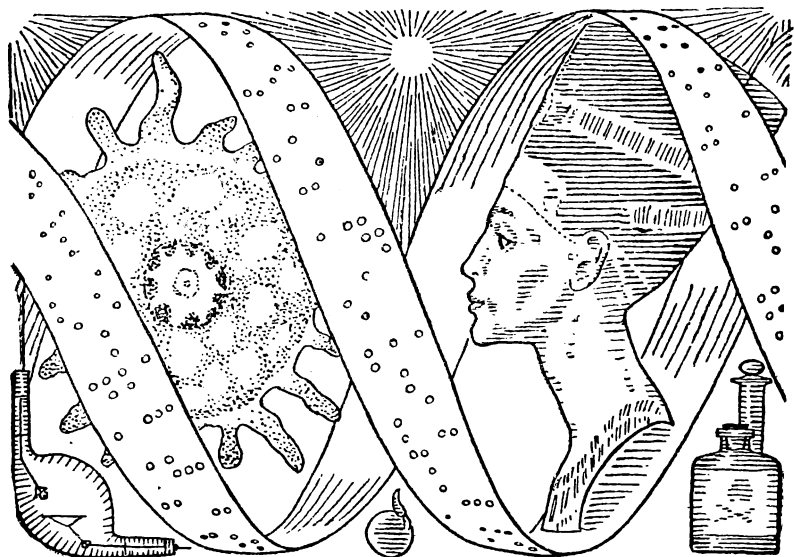
С ним в родстве деревья и трава.

Не стыдитесь этого родства.

Я прочитал эти строки биофизику и, расставаясь с ним, напомнил:

— Когда будете наново сочинять человека, не забудьте о витаминах!

Кибернетики порой пугают нас бунтом машин, такой вакханалией бесконтрольно плодящихся автоматов. Но, право же, самовоспроизведение машин, все эти роботы-детки, роботы-мамы — скучнейшая фантазия. В организме, в любой его клеточке происходят события куда удивительнее: из ничего, из обломков чужого, перемолотого ферментами белка здесь рождается прекрасное сооружение — живой организм. Жизнь тут обновляет, неустанно воспроизводит самое себя. И ей уж не до роботов.



## ШИФР ЖИЗНИ

У клетки свое хозяйство. Небольшое, но прибыльное. Оно регулярноставляет ей самые ценные продукты — белки и нуклеиновые кислоты. Экономная владелица с лихвой покрывает ими все расходы на жизнь и даже умудряется скопить кое-что впрок. Из этих непрерывно пополняемых запасов организм черпает ресурсы для важных физиологических процессов.

Клетка растет — ей нужен белок; хорошо поработав, она худеет — снова подавай белок; наконец, она должна продолжить свой род, размножиться — тут уж белок только поспевай. И все эти издержки быстро возмещает согласо-

ванный труд всех служб ее маленького натурального хозяйства.

Ничего не скажешь, образцовое предприятие. Удивительно ли, что уже три столетия ученые стараются раскрыть его секреты?

Но комочек живой ткани, видно, не очень склонен к саморазоблачению. Как пристально ни вглядываются биологи в его внутренний мир, сколько ни строят о нем замысловатых предположений, он по-прежнему полон необыкновенно сложных и увлекательных загадок.

Что ни говори, у клетки особенная статья. Ее создал гениальный архитектор — природа. А этот зодчий творит без промаха, у него большой строительный опыт и огромный запас времени. Оттого, быть может, капля жизни, трепещущая в окуляре микроскопа, поныне поражает исследователей своим тонким и на редкость слаженным механизмом.

Давно уж биологи пытаются проникнуть к его таинственным хитросплетениям, хотят разобраться в сверхмалых структурах клетки, давно ищут подступы к ее ядру — твердыне, где скрыта главная загадка воспроизведения жизни.

Все здесь для них ново, нечаянно. Но, пожалуй, самые неожиданные открытия принес им электронный микроскоп. Увеличив клетку во много тысяч раз, он раскрыл перед исследователями такое волшебное зрелище, что они поневоле почувствовали себя на месте Левенгука. Теперь-то им стали хорошо понятны все радости и огорчения любознательного голландца, заглянувшего три века назад в этот неведомый мир.

Однако говорят, на всякого зверя своя снасть. Электронный микроскоп позволил ученым проникнуть в такие глубины живого, о которых не мог мечтать даже наш современник — биолог середины XX века.

## **В лабиринтах клетки**

Клетку словно подменили. Впервые она предстала перед учеными не в свете дневных лучей или настольных ламп, а под потоком мчащихся электронов. Всепроникающие, они подсмотрели в ней неведомые доселе структуры.

Электрон установил мембранное строение клетки. Проникнув в ее недра, он сразу наткнулся на целую сеть тончайших перепонок. То были длинные изогнутые цепочки белковых молекул и жировых веществ — липидов. Они разгородили тело клетки на множество сообщающихся камер и отсеков. Вытянутые узкими мешками, порой скрученные в причудливые бурдюки, эти мембранные перепонки образуют вокруг клеточного ядра сложный и мало еще изученный лабиринт. Но одно его назначение уже ясно.

Здесь, словно в закромах, хранится готовый белок. Тут-то набитые мешочки и бурдюки — главный продрезерв клетки.

Предусмотрительность необыкновенная! Весь вопрос, откуда он взялся, как клетка вообще пополняет белковые запасы?

Трудолюбие да бережливость — вот и весь источник ее благополучия. Радивая хозяйка, она постоянно заботится о своем продовольственном фонде. И наладила изготовление белков на местном сырье — аминокислотах. А этого добра вокруг нее хоть пруд пруди, кровь доставляет его исправно.

Только пользоваться им надо умело. Постройка огромных многоярусных молекул белка — дело сложное, кропотливое. На каждом этаже нужно поселить не какую-нибудь случайную, а заранее известную жилицу — одну из тех двадцати аминокислот, что в самых разнообразных сочетаниях, как буквы в словах, образуют бесчисленное множество белков.

Ошибиться тут — все равно что неправильно набрать типографский шрифт. Пожалуй, даже опаснее. Любая опечатка в белковой молекуле сразу исказит, ломает весь ее внутренний строй, нанесет своего рода химическое увечье. То будет неполноценный белок. Кому такой нужен?

Но аминокислотам до подобных тонкостей и дела нет. Они в любой миг могут невзначай вступить в какую-нибудь неподходящую связь с соседями по клетке. Направить их по верному пути мог только жесткий трудовой режим.

Клетка нашлась и тут: она поставила сборку громоздких белковых молекул на конвейер, где каждая деталь выполняет определенную операцию.

Белок здесь складывают по частям. И согласно строго

установленному образцу. Им служит вещество со звучным наименованием: дезоксирибонуклеиновая кислота — ДНК.

Это и есть основной, почти неизменный эталон, по которому изготавливаются белки.

ДНК не зря отличается редкостным постоянством. Укрытая в клеточном ядре, она хранит родовые признаки белка, все неповторимые особенности его строения, служит здесь чем-то вроде строительного чертежа, по которому организм лепит клетки ткани — воспроизводит сам себя. И передает свои черты потомкам.

ДНК — это письмо, отправленное через века и поколения. Сигналы, зашифрованные каким-то загадочным кодом в крутой, как винтовая лестница, молекуле этого вещества, переходят из рода в род. И каждое вновь народившееся существо как бы распечатывает эту родительскую депешу, расшифровывает химический код и узнает в нем план собственной конструкции.

Природа проявила тут поразительную изобретательность. Строение множества белков, ферментов, гормонов она записала в ничтожно малом, молекулярном образце. В одну молекулу-спираль заложила образцы скрепления аминокислот в длинные, затейливые цепи, попросту говоря, закодировала здесь программу сборки тысяч разных белков. Всю многоликость живой жизни уместила в химическом веществе — в крутой молекуле наследственности.

Чувствуете, как сбывается великое предвидение Кольцова!

Эта спираль закручена так расчетливо, что на ней свободно уместилась вся шифровка, вся гамма наследственных свойств клетки.

Удивительно прочное вещество стало для организма сейфом, где хранятся фамильные ценности. Но в том-то и загвоздка, что ценности миллионы лет передавались из поколения в поколение, а увидеть их не мог никто: сейф был наглухо закрыт. Подобрать ключ к шифру жизни оказалось куда труднее, чем к письмам древних ацтеков.

И лишь совсем недавно таинственный алфавит живой природы, которым записаны черты лица и цвет глаз, задатки великого музыканта или шахматного гения — словом, детальный, во всех подробностях набросок будущего чело-

века, вплоть до затейливого узора на подушечке пальца,— весь этот магический, неповторимый язык жизни стал понемногу проясняться в строгих формулах.

Большое и простое здесь расположились рядом. Вся неоглядная сложность жизни уместилась в трехбуквенном коде, которым ДНК подает команды на сборку белков. Сигнализировать она четырьмя веществами. Как флажки на корабельной мачте, чередуются в структуре ДНК четыре «буквы» — четыре вещества. В каждом заложен приказ, идущий к строительной площадке, где из тысяч аминокислот сооружается молекула белка.

Но код трехбуквенный, и, значит, одно вещество всегда лишнее — это как бы запасный флажок. Зато три других, собравшись вместе, передают на белковый конвейер абсолютно точное указание. Так эта четверка сигнальных веществ и комбинируется в разных сочетаниях, посылая всякий раз новые шифровки.

Немного терпения, и вы узнаете самое интересное и важное: как эти сигналы добиваются через всю клетку до рабочей площадки и кому они там предназначены. А пока вернемся на минуту в клеточное ядро, где укрылась ДНК.

Затворничество ее — не пустая прихоть природы, в нем скрыт большой биологический смысл. Стать образцом для бесчисленных поколений белков, сменяющих друг друга только на протяжении человеческой жизни, передавать им всегда один и тот же набор фамильных признаков, могло лишь вещество с непоколебимой химической устойчивостью. А ДНК, скрытая в ядре, как раз и отличается упорным стремлением к постоянству. В своем убежище она одинока, зато почти неуязвима.

Это свойство скорее всего и выдвинуло ее на такой важный пост среди множества химических веществ, населяющих клетку. Природа по-своему оценила постоянство ДНК, поручив ей нести эстафету наследственных признаков от клетки к клетке, от человека к человеку — словом, оберегать и определять судьбу потомства.

Правда, всегда служить образцом дело нелегкое. И очень ответственное. Стоит ДНК чуть измениться, скажем, под влиянием рентгеновских или радиоактивных лучей и отштампованные с нее белковые копии слепо повторят каждую новую черточку.



Но это — неприятное исключение, а в основном ДНК выполняет свою работу с поразительной точностью. К тому же у нее умелые подмастерья из той же породы нуклеиновых кислот — их именуют рибонуклеиновыми (и соответственно: РНК). Ведь и в белковом производстве, кроме ответственных руководителей, нужны еще и обыкновенные работники.

## **Самое важное**

ДНК управляет всем предприятием, не выходя из своего кабинета — ядра. И это, конечно, не бюрократизм на молекулярном уровне, а просто хорошая организация труда. Зачем управляющему метаться по заводу, если у него опытные помощники на местах?

Вероятно, ДНК так и решила, послав в сборочный цех клетки свою представительницу — РНК. А та уж со рвением принялась штамповать из аминокислот белки. И не как-нибудь, тяп да ляп, а точно по заданию. Перед тем как покинуть ядро, РНК переняла от ДНК все тонкости строительной техники, весь ее химический код, вобравший в себя неповторимое своеобразие будущих белков и клеток.

Словно мастер, копирующий в заводском управлении рабочий чертеж, РНК запаслась в клеточном ядре детальным планом постройки белка.

Вышло все это довольно просто: РНК построилась прямо на хранильнице наследственного кода, а главными ориентирами были как раз те четыре вещества, которыми ДНК сигналил наподобие морских флажков. К каждому «флажку» подъехала соответствующая деталь, а все вместе они сцепились в новенькую молекулу РНК. Так с помощью химических сигналов ДНК передала свои черты РНК, а та — подвижное вещество — вынесла их за пределы ядра и отправилась к цеху сборки белков.

Сигнал, в котором зашифрованы все строительные чертежи, устремился к рабочей площадке.

Итак, РНК торопится передать сведения, заложенные в самом ее строении. Здесь мы расстанемся с ней ненадолго. Запомните ее: право же, она стоит того, ведь эта химическая посланница несет сейчас важнейшее в мире донесение — белковый код.

Вот она перед вами, моя молекулярная героиня, в ней нет ничего необычного: тот же кислород, водород, азот — и в ней же величайшее чудо — таинство воспроизведения жизни.

Смотрите, как она спешит!

Еще бы, теперь эта дотошная дублерша, точно матрица с готового набора, должна отпечатать несметное число белковых молекул. Да так, чтобы на любой из них ДНК поставила визу: «С подлинным верно».

Случаются, конечно, и ошибки, но даже ими природа пользуется в своих целях. Она подхватывает и тщательно изучает на ряде поколений мельчайшие погрешности в работе ДНК, чтобы сохранить, закрепить за организмом самое незначительное отклонение к лучшему. Этот своеобразный естественный отбор среди новоиспеченных молекул, видимо, играет немалую роль в развитии живого мира.

Едва ли природа когда-нибудь находила более удачное применение своим же собственным огрехам. Несовершенство ДНК она заставила служить совершенствованию организмов. Вот где скрыто ее тончайшее, жизнелюбивое мастерство!

Жаль только, что мастер этот не очень охотно допускает в свою лабораторию, скуповат на профессиональные секреты. Туго завязав их в белковой молекуле, он словно предлагает биологам распутать клубок живых тайн.

Но когда ученые справились с первыми узелками, перед ними приоткрылась наконец дверь в сборочный цех клетки, где идет синтез белка.

Биохимики уже знали, что на сборке хозяйствует РНК. Но как она выполняет свои обязанности, есть ли у нее постоянное рабочее место, кто ей помогает — все это предстояло выяснить.

Жизнь клетки стала центральной проблемой.

На нее нацелили электронные микроскопы, чувствительные осциллографы подробно записывали события в глубине ее тонких структур, старались вывести хоть какую-нибудь подробность, а всепроникающие рентгеновские лучи буквально охотились за ней, снимали во всех ракурсах. Потом биофизикам пришла в голову отличная мысль: скормливать клетке радиоактивную пищу — меченые аминокислоты — и следить за их превращениями в ее нутре.

И все же белок был по-прежнему скрытен, неразведан-

ными оставались причудливые конструкции его молекул, загадочен порядок сцепления аминокислот.

Тогда биохимики разбили его вдребезги! И тут же стали складывать по частям, из осколков терпеливо собирали целую молекулу. Так они рассчитывали узнать его строение.

Раздробить белок оказалось, конечно, легче, чем собрать обломки в стройную цепочку. Ведь у каждой частицы белка — аминокислоты — в этой цепи насиженное место. Стоит хоть раз ошибиться, вселить ее на чужую площадь, — и нужного белка не выйдет. А таких жилищ в нем тысячи. Попробуй разберись в этой молекулярной сутолоке!

Попробовали. И даже кое в чем разобрались. Построили, например, из осколков белка изящное сооружение — молекулу инсулина. Ее собирали десять лет, испытывая самые различные комбинации. Зато теперь химическая структура этого гормона — его адресная книга — больше не секрет.

Инсулин был первой удачей, он повысил интерес биохимиков к гормонам и ферментам.

С тех пор в ряду расшифрованных белков стали появляться новые названия. Здесь уже много гормонов мозгового придатка — гипофиза, и среди них очень ценный для организма адренокортикотропный гормон — АКТГ, раскрыто строение некоторых регуляторов роста. Почти каждый год приносит что-нибудь новое.

Но решение белковых головоломок, конечно, не самоцель. Хоть и заманчиво биохимику распутывать эти молекулярные цепочки, он трижды рад, когда открытие приносит зримую пользу. А тут все следят за ним с особым пристрастием: гормоны, ферменты — главные связисты и катализаторы глубинных процессов. Это белки-заводилы, основные работники клетки. В них, можно сказать, вся ее соль.

Без ферментов в живом организме не обходится ни одна реакция, а гормоны почти целиком завладели обменом веществ. Некоторые из них облечены чрезвычайными полномочиями: руководят другими гормонами, направляют и контролируют жизнь всего тела. Таким гормонам-верховодам, вроде кортизона, подчинены сразу несколько желез внутренней секреции.

Словом, в тесном общежитии человеческого организма эти всемогущие вещества заняли ключевые позиции.

Подобрать бы к ним самим ключ да взять под контроль! Вот тут-то и вся сложность. Нужно увидеть химический остов, как бы обнажить скелет активного белка. В мельчайших его деталях, в тонкой анатомии белковой молекулы притаился секрет необыкновенной биологической силы гормонов и ферментов.

Недавно биохимиков посетила наконец большая удача. Они синтезировали, можно сказать, построили из обычных природных веществ два гормона мозгового придатка: вазопрессин и окситоцин. Искусственные гормоны не отличались от своих естественных прообразов ни химической формулой, ни физиологическим действием. Они вели себя так естественно, что организм не заметил подделки. Введенный в кровь животного синтетический окситоцин неизменно сокращал гладкие мышцы, вазопрессин быстро сужал сосуды.

Химический эксперимент раскрыл одну из важнейших лабораторий живого организма — гормональную. А биохимики от анатомии белковых молекул перешли к их конструированию.

И тут начались совершенно неожиданные открытия. Природа, оказывается, не такой уж идеальный мастер, она допускает порой довольно грубые промахи. И не где-нибудь — в строении важнейших гормональных молекул.

Разобрав химический остов АКТГ, ученые вдруг увидели массу бездействующих деталей, молекула была перегружена балластом.

Гормон этот состоит из тридцати одной аминокислоты — это биохимики установили точно. Но когда каждую из них стали поочередно возвращать на место и тут же испытывать действие такого недостроенного гормона на животном, обнаружился явный излишек. Для биологической активности вполне достаточно и двадцати четырех аминокислот. Семь были пустышками, ненужной нагрузкой. Тонким и красивым экспериментом биохимики уличили природу в расточительстве. И внесли поправки, улучшили ее творение.

История с АКТГ — это, вероятно, и есть начало генеральной чистки гормонов, сывороточных белков, многих лечебных препаратов. Видимо, скоро и молекула инсулина освободится от опасных излишков: адреса аминокислот здесь уже известны, остается только скрепить эти детали, правильно расставить по местам. Тогда синтетический инсу-

лин, пожалуй, еще поспорит с природным. И уж наверняка больше него расскажет о причинах биологической активности гормона, о молекулярной сути самой болезни.

Но не одними гормонами жив человек. Нужно отметить заслуги ферментов. Это довольно своеобразные вещества. Им присуща необыкновенная энергия, которую они стараются передать аминокислотам, и в то же время удивительное стремление к одиночеству. Ни с одним веществом ферменты не связываются прочными узами. Сделают дело — и в сторону, а запущенная реакция идет дальше своим чередом.

Но фермент не только запал химических реакций. Когда клетка строит свой дом, кирпичами кладет в его фундамент аминокислоты, ей помогают особые вещества — наладчики глубинных процессов.

Эти внутриклеточные прорабы призваны поддерживать трудовую дисциплину. Без них здесь воцарился бы полнейший хаос. Молекул уйма, они непрерывно снуют, казалось бы, где уж тут быть порядку! А между тем весь этот молекулярный муравейник находится под строжайшим контролем.

Снова ферменты! В клетке их тысячи. И каждый на свой лад, каждый управляет одной реакцией, подбрасывает энергию всегда «своей» молекуле.

Порой незаметно, исподволь, а иногда решительно, напористо ферменты вмешиваются в сложные взаимоотношения всех обитателей клетки: одних соединяют, других разводят, — ни один жизненный процесс не проходит без этих на редкость подвижных химических посредников.

Заветная цель каждого фермента — отыскать среди множества аминокислот ту единственную, которой он придется впору, как туфелька Золушке. И, разыскав, передать ей весь свой пыл, всю огромную энергию, включить ее в рабочую жизнь клетки.

Нелегкая задача, но благородная. Пробудив в аминокислоте активность, фермент кладет начало ее трудовой биографии. Вещество без определенных занятий, она вдруг становится деятельным строителем белка. Здесь ее истинное призвание.

Но фермент дал ей лишь дружеский толчок, а кто же отвезет на работу — к месту сборки белков? Ведь у amino-

кислоты в клетке примерно такое же положение, как у приезжего на Комсомольской площади столицы. Кругом транспорт, но как выбрать верный маршрут? Спуталась — накатаешься всласть. А работа не ждет: организм требует белков.

Выход один — такси. С ним не пропадешь. Тем более, что это РНК — молекула бывалая, сведущая в хитросплетениях клетки. Только на сей раз не та РНК-матрица, что служит белковым штампом, а ее разновидность — подвижная РНК, своего рода внутриклеточный транспорт.

Легкая на подъем молекула транспортной РНК развозит аминокислоты по адресам, записанным в РНК-матрице. Такая уж вышла тут сложность: вещество вроде бы одно, а работу делает разную. Одна молекула, как муравей, тянет аминокислоту, другая — указывает ей дорогу. Но и «такси» и путеводная РНК-матрица трудятся сообща, между ними есть какая-то шифрованная связь.

Молекула-подкатчик возит свой груз исправно, однако всякий раз берет лишь постоянного пассажира — одну из многих аминокислот, спешащих на постройку белка. Отвезет, сбросит и снова вернется за такой же. И какая бы ни была при посадке суতোлка, ошибок здесь не бывает: ездок и повозка связаны узами химического родства. Потому-то транспортная РНК быстро и точно отыскивает в молекулярной гуще клетки всегда одну, как бы закрепленную за ней аминокислоту. Одну, а их двадцать — все разных сортов. Как же быть с остальными?

Тут природа распорядилась поистине с царской щедростью: каждая аминокислота имеет собственный выезд, так сказать, персональную РНК, отвозящую ее к месту назначения. Таких транспортных РНК в клетке должно быть тоже не меньше двух десятков марок. Целый автопарк!

Представляете, какой сложной и напряженной жизнью живет этот микроскопический комочек плоти, в котором день и ночь по тысячам замысловатейших магистралей бесперебойно, с истинно железным выполнением графика мчатся молекулярные эшелоны, груженные ферментами, солями, аминокислотами...

Зацепив свою молекулу аминокислоты, РНК-подкатчик аккуратно доставляет ее к сборочному цеху клетки. А тут

нам все уже знакомо. Это те самые мембраны, которыми клетка перегорожена вдоль и поперек.

На поверхности мембран и раскинулся белковый конвейер. Тут идет сборка молекул, работают штампы — множество РНК-матриц, прибывших сюда прямым сообщением из ядра. К штампам то и дело подкатывают РНК-такси и сгружают сырье — аминокислоты.

Здесь-то и происходит, пожалуй, самое удивительное: каждое такси, словно по каким-то тайным приметам, мигом находит на длинной РНК-матрице свое место, сгружает аминокислоту в отведенную ей ячейку белкового штампа и стремглав — в следующий рейс.

Однако странно, откуда у нуклеиновых кислот — веществ, так сказать, неодушевленных — способность узнавать друг друга на расстоянии: уж не пользуются ли они, в самом деле, особыми приметами?

Еще как!

Точки сцепления с двумя десятками РНК-подкатчиков как бы зашифрованы в химическом строении РНК-матрицы тем самым трехбуквенным кодом, который она переняла в ядре у ДНК. Код для того и существует, чтобы транспортные РНК всегда расставляли аминокислоты в одном и том же строго установленном порядке. Словом, сырье на этой стройке распределяется прямо по готовым кассетам. Около каждой кассеты всегда опознавательный знак — сочетание трех веществ, трех химических флажков.

В какой-то точке белкового штампа собрались три из четырех сигнальных веществ — РНК-такси тут же подвозит сюда соответствующую аминокислоту. В другой точке иная комбинация этих же веществ — специальный подкатчик и тут сгрузит закрепленную за этим местом аминокислоту. Так у каждого сигнала, у каждого «флажка» оказывается раз навсегда установленная деталь белка. Сборочный конвейер работает все время под строгим контролем.

Тонкая механика!

ДНК штампует двадцать РНК-такси, а те, выскользнув из ядра, подбирают себе столько же заранее известных пассажиров и развозят по адресам, указанным той же ДНК в специальной матрице. И все это в темпе, ритмично, со строжайшим самоконтролем и ничтожными затратами энергии.

Наивысший класс автоматизации, живая кибернетика!

Впрочем, восторгаться тут нечему — иначе и быть не могло. Ведь жизнь без матричного воспроизведения, без нуклеиновых штампов невозможна, она просто не возникла бы на нашей планете.

Сотворение мира, может, как раз и началось в тот день, когда первая молекула ДНК или РНК произвела на свет собственную копию. От этого «предка», не сразу возникшего в пучине архейского океана, вероятно, и пошло все живое.

Не исключено, конечно, что жизнь могла развиваться по какому-нибудь иному образцу и на другом производственном принципе, но тогда она приняла бы формы, чудовищно несообразные с нашими привычными понятиями о живых существах. И уж мы-то с вами, дорогой читатель, — это я точно знаю — не числились бы среди обитателей прекрасной планеты Земля.

К счастью, в строении наших молекулярных прародительниц были заложены неограниченные возможности моделирования наиболее устойчивых, пластичных соединений, пронесших беспримерную эстафету живого через миллионы лет и превратностей.

Жизнь, земная жизнь стала шедевром строительной техники природы.

Итак, с помощью РНК-матриц активированные, насыщенные энергией аминокислоты сразу попали на свои места. Они выстроились, как по команде, в длинную извилистую колонну и, сцепясь, стали белком.

Проявился наконец код, зашифрованный в ДНК! Определив порядок размещения аминокислот в молекуле белка, он как бы заранее задал ее жесткую конструкцию. Словно бусины в ожерелье, связаны аминокислоты в белковой молекуле.

Теперь готовую продукцию осталось ссыпать в хранилища — мешочки и бурдюки, в те микроскопические отсеки клетки, с которых началось это странствие.

Вот и замкнулась белковая цепочка, а вместе с ней и цепь наших рассуждений о неугомонном, безостановочном, как сама жизнь, процессе воспроизведения живой ткани.

Не раз уж природа изумляла нас инженерными находками, но белковый конвейер, пожалуй, ее лучшее, гениальное творение. С величайшей тщательностью отработала она этот



сложный механизм. Даже среди ее собственных конструкций нет более тонкой и точной, чем белковый штамп. И все же временами он дает грубейшую осечку—выпускает огромное количество белка, идущего на постройку раковых клеток.

Происходит трагическая неувязка. Механизм, регулярно обновляющий живую ткань, начинает с такой же неотвратимой последовательностью губить ее. С конвейера жизни выходит смертоносная продукция.

В чем причина этого страшного предательства, где искать поломку и, наконец, кто именно несет ответственность за катастрофу, постигшую здоровый организм?

## Кто?

На этот вопрос существует так много ответов, что, пожалуй, ни один из них не назовешь исчерпывающим.

Между самой правдоподобной догадкой и ее доказательством — пропасть. Соединить их может лишь достоверный факт. Но добыть его — это задача! Нужна идея. Какая-нибудь внезапная гипотеза вдруг озаряет тьму тем.

Академик Николай Маркович Эмануэль взглянул на механизм образования раковой опухоли с позиций физхимика. Он провел смелую аналогию между злокачественным ростом и саморазвивающейся химической реакцией.

Рак и химический процесс, подобный лавине,— что между ними сходного? Кажется, и частицы общей не сыщешь. А между тем она есть. И даже имеет название — свободный радикал. Под этим титулом скрывается ничтожно малый обломок молекулы. Но именно ему, по мнению Эмануэля, мы обязаны чрезвычайно неприятными событиями, происходящими в больной клетке.

Словно тяготясь своим одиночеством, такой осколок проявляет поразительную активность. Атомы ведь по природе своей коллективисты, всегда стремятся к объединению в прочное сообщество. Отколовшийся радикал тоже ищет, куда бы пристроиться. Свободный, но неприкаянный, он мечется по клетке в надежде примкнуть к какому-нибудь коллективу атомов. Такой «отщепенец» и впрямь настроен весьма радикально: в поисках своего места он готов атаковать любое внутриклеточное соединение.

Но это еще полбеды. В клетке так много разных солей и других веществ, что она без особого ущерба для себя может предложить ему богатый выбор: вступай, мол, в союз с кем нравится. Так нет, не тут-то было! Радикалу этих жертв недостаточно.

Неугомонный, он нападает на самое ценное достояние клетки — нуклеиновые кислоты, ферменты. Атакуя, радикал уродует, искажает их молекулы — портит вещества, на которых держится весь белковый конвейер клетки, сама жизнь ее.

Пострадав от свободных радикалов, РНК уже не построит добротный белок. Теперь она заведомый поставщик бракованных молекул. А те, войдя в состав ферментов, незамедлительно нарушат работу белкового конвейера, извратят всю жизнь клетки.

И ДНК в своем прочном укрытии не уберется от нападения. Искалеченная, она станет дурным образцом для многих поколений белков. Раблепные копиисты, они, как в зеркале, отразят ее кривую «физиономию». Это значит, что поврежденная клетка будет не только расти, но и плодить себе подобных уродов. Ее потомки — от роду калеки. И что хуже, опаснее всего, размножение больных клеток ускоряется в геометрической прогрессии: свободные радикалы, разбушевавшись, атакуют регуляторы внутриклеточных процессов — природные ингибиторы.

Повредив и эти вещества, они оставляют клетку без руля и без ветрил. Пораженная и неуправляемая ткань начинает быстро увеличиваться. Безудержный натиск опухолевых клеток нарастает, как лавина. Развивается рак...

Так видится Эмануэлю цепь событий, ведущих к катастрофе. Откуда же все-таки берутся ее виновники — свободные радикалы? Каким путем они проникают в организм?

В том-то и дело, что никаким: на свою беду, клетка производит их сама. Из собственных соков она готовит себе гибель.

Но кто понуждает ее к такому безрассудству? Не по своему же почину она совершает самоубийство! Где все-таки скрыты истинные виновники ее бедствий?

Ультрафиолетовые и радиоактивные лучи, канцерогенные вещества — почти все давно известные источники рака наводняют клетку свободными радикалами. Эта странная зависимость уже не первый год озадачивает исследовате-

лей. Но теперь события в глубине опухоли стали понемногу проясняться, во всяком случае Эмануэль расставил их по порядку, вроде бы наметил акты этой молекулярной драмы. И назвал ее главных героев, условно, конечно, однако назвал.

Но подозревать—еще не значит уличить и тем более обезвредить. А предполагаемый зачинщик клеточного мятежа избрал довольно хитрую тактику. Заварив всю эту братоубийственную войну клеток, сам остается в стороне. Свободный радикал лишь подстрекает ткань к разрушительному бунту, служит как бы затравкой пагубного процесса. Его энергетический вклад в это черное дело настолько невелик, что он тут же нападает на следующую жертву — ингибитор, фермент или нуклеиновую кислоту.

Так нельзя ли все-таки обуздать этого дебошира?

Новая гипотеза тем и привлекательна, что позволяет подбирать вещества, сдерживающие стремительный натиск опухолевых клеток.

Но этой кропотливой и, по существу, самой важной частью исследований ученый занялся уже не один. Когда настала пора экспериментальной проверки гипотезы, физик Эмануэль обратился к биологам. В Институте химической физики Академии наук СССР, где ведутся эти работы, собралась небольшая, но весьма энергичная группа биохимиков, радиологов, микроскопистов — тех, у кого уже был подобран свой ключик к тайнам клетки.

Цепь роковых событий, построенную умозрительно, ученые решили оборвать в остром лабораторном эксперименте на животных. Удача в известной мере подтвердила бы их предположение. Но добиться ее можно было, лишь нащупав в цепи слабое звено. Здесь гипотеза сыграла решающую роль.

Ученые рассуждали так. Агрессивные радикалы нападают на тканевые ингибиторы? Хорошо. Дадим пострадавшим клеткам подкрепление — искусственные ингибиторы. Эти вещества тоже легко вступают в соединение со свободными радикалами. И, надо думать, введенные в бой, они отвлекут их на себя, как бы свяжут нарушителей внутриклеточного порядка химическими путями.

Но это не все: искусственные ингибиторы должны подавить в больной клетке окислительные процессы, снаб-

жающие энергией все работы по синтезу белка; они идут здесь особенно быстро.

Опухолевой ткани стройматериалов нужно гораздо больше, чем здоровой,— она растет бурно. И белковый конвейер, истощая энергетические запасы организма, спешит выполнить несколько норм в смену... Если б знал он, на кого трудится! Но разве ему объяснишь? Лучше отнять у больной клетки энергию, необходимую для синтеза белка. Лишенный горючего, конвейер постепенно замрет: клетки-оборотни, несущие смерть, погибнут.

Интересная гипотеза! Оставалось только проверить ее в эксперименте.

Однако прежде чем приступить к нему, следовало выяснить еще одно важное обстоятельство: не подействует ли искусственный ингибитор губительным образом и на здоровые ткани.

Для проверки его ввели мышам. Нет, к счастью, он четко отличает добро от зла: мыши не пострадали.

Настало время испытать противораковые свойства этого глушителя пагубных реакций. И снова на лабораторных столах появились белые мышата.

Все зверьки, участвовавшие в эксперименте, были обречены на неминуемую гибель: им привили рак белой крови—лейкоз. Эта болезнь, наводняющая кровь белыми шариками, беспощадна. Несметные полчища лейкоцитов вытесняют из кровяного русла красные тельца. Наступает смерть.

Но тут обреченных мышей разделили поровну: одной половине начали регулярно вводить искусственный ингибитор — пропилгаллат, а другую, контрольную, оставили на произвол взбесившихся лейкоцитов.

У всех леченых зверьков наплыв смертоносных шариков стал заметно спадать. Часть мышей через полмесяца полностью избавилась от лейкоза. Кровь их была совершенно здорова. Ингибитор затормозил выпуск больных клеток. Затормозил резко, энергично, иногда сильнее, чем это делали другие препараты. И даже обреченные мыши продержались с его помощью в полтора-два раза дольше контрольных. А те, конечно, все до единой погибли.

Зато вылеченные мыши приготовили экспериментаторам сюрприз. Когда ученые захотели снова привить зверькам лейкоз, их неожиданно постигла неудача: переболевшие мыши приобрели к недугу довольно стойкую невосприимчи-

вость. И, как ни пытались экспериментаторы сломить их сопротивление, все попытки были безуспешны.

Впрочем, такая неудача могла только порадовать исследователей.

Новые факты — новые размышления, догадки и, конечно, опыты. Уже удалось доказать, что ингибитор, подавляя ферменты, лишает энергии молекулы РНК: сразу остаются без горючего те «такси», что подвозят аминокислоты к белковому конвейеру.

Искусственно создав в больной клетке транспортные трудности, ингибитор разлаживает сборку РНК. А нехватка этих матриц замедляет штамповку белков, предназначенных для опухоли.

Клетки асцитного рака, лейкозных тканей, акридиновой саркомы, обработанные ингибиторами, потеряли способность прививаться подопытным животным. Ингибитор в каждой застопорил белковый завод.

Однако, кроме опухолевых клеток, есть и другой возбудитель экспериментального рака — вирусы. Как ингибитор относится к вирусным опухолям?

На этот вопрос исследователям ответили куры: с тех пор как выяснилось, что обыкновенные несушки подвержены вирусной саркоме, многие экспериментаторы изучают на них причуды злокачественного роста. А для испытания ингибитора куриная саркома оказалась особенно удобной моделью болезни.

В левое крыло курицы вводили фильтрат, отцеженный из размельченной опухоли, а в правое — тот же фильтрат, смешанный с искусственным ингибитором. Так что каждая птица была и подопытной и контрольной. Прошло время. У всех кур в левом крыле выросла опухоль величиной с яйцо, а правым хохлатки похлопывали как обычно: оно было невинно. Только в трех случаях из тридцати опухоль выросла на правом крыле, да и то размером не более горошины.

Дело вроде бы ясное, но с вирусами не так просто: они в какой-то степени самостоятельны; проникая в клетки, сохраняют за собой право на независимое воспроизведение. Поэтому сейчас еще трудно сказать — подавляет ли ингибитор синтез белка в пораженной ткани или прямо в самом безболезненном вирусе.

Но главное: все-таки подавляет!

Так постепенно, шаг за шагом ученые продвигаются к цели. Их путь петлист, не укатан блестящими открытиями предшественников, но это, пожалуй, и лучше: в науке, как в лесу, на торной тропе много дичи не спугнешь.

## **Своя своих не познаша**

Все микробы враждуют. Но если бы им удалось собраться на какой-нибудь вселенский собор, они наверняка предали бы анафеме своих меньших братьев — вирусов. И делом: эти мельчайшие существа звергли и без того недружный мир микроорганизмов в тяжкую междоусобицу. Смутьяны разделились: одни наносят удар людям, другие атакуют единокровных родичей — микробов. И тут и там идет ожесточенная борьба.

Вирусы с одинаковым рвением расправляются с клетками организма и с болезнетворными бактериями. Их цель — выжить и наплодить как можно больше таких же агрессивных потомков. Вот они и живут по правилу: бей своих — чужие бояться будут. Но медикам эта вражда на руку.

Прирученный вирус бактерий — бактериофаг — уже много лет уничтожает разных микробов. Нападая на них, этот невольный союзник человека меньше всего заботится о здоровье своего хозяина: ему самому быть бы живу. Но в том-то и весь расчет, что в борьбе за жизнь он убивает, точнее говоря, попросту поедает возбудителей болезни. А вирус прожорлив. И чадолюбив.

За двадцать четыре минуты он высиживает в микробной клетке около двухсот наследников. Да и те тоже не остаются в долгу перед потомством. Выбравшись из этого живого инкубатора, каждый спешит на поиски нового пристанища. И, отыскав, тут же приступает к продолжению рода.

Проходят минуты — и снова двести молодых вирусов торопливо покидают отчий дом. У всех одно стремление: занять изолированную площадь с отдельным входом.

Однако вот вопрос: как вселиться в это возделенное жилье? Ведь бактерия защищена от незваного пришельца довольно прочной оболочкой. К тому же настырный гость выглядит рядом с ней не больше Моськи, лающей на Слона.

Но вирус, даром что мал, смело берет огромную, неуклюжую бациллу на абордаж. Собственная оболочка служит

ему чем-то вроде крючьев и тарана. Прицепившись к бактериальной клетке, вирус может считать ее своей добычей: через несколько минут он в ее «трюме». Но не целиком, а лишь наполовину. Клетка не настолько гостеприимна, чтобы впускать в свои владения всего вируса. Кое-что ему приходится оставить на ее пороге.

Это кое-что — белковая оболочка. Да она, собственно, ему больше не нужна. Всем нутром своим устремленный в глубь клетки, вирус, как змея, сбрасывает оболочку. Он, можно сказать, буквально из кожи вон лезет, чтобы проникнуть в желанную обитель. Для кого же он так старается?

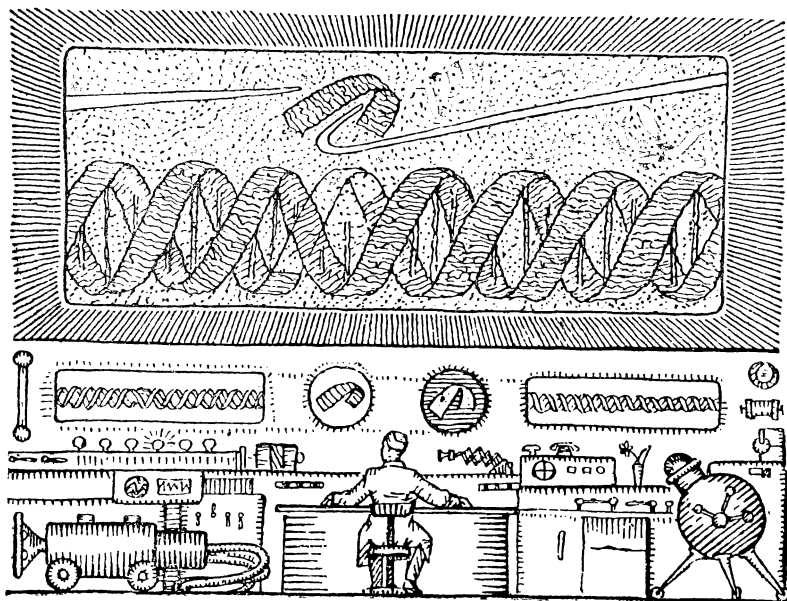
Ради потомства.

Оболочка вируса надета на молекулу дезоксирибонуклеиновой кислоты — той самой ДНК, что ведает воспроизведением белков. Ее-то вирус и стремится бережно протолкнуть в клетку: ДНК и здесь наделена чрезвычайными полномочиями. Лишенный этого стержня, вирус бесплоден. В глазке электронного микроскопа он похож на пустой смятый мешок. Без ДНК ему и впрямь жизнь не в жизнь. Опустошенный, он вскоре гибнет.

Зато ДНК, попав в клетку, дает обильный приплод. Она становится родоначальницей целого поколения вирусов. У нее теперь отличное помещение, много пищи, и, главное, клетка укрыла ее от ферментов. Потеряв белковую оболочку, ДНК беззащитна перед их разрушительными атаками. А тут она сыта, в тепле и полной безопасности. Отличные условия для продолжения рода.

Правда, народить сразу две сотни себе подобных существ — задача нелегкая: каждая молекула ДНК, проникнув в клетку, должна каким-то образом воспроизвести множество молекул-дубликатов и заготовить им белковые одежки. Ведь вирус без оболочки — не вирус, голый он долго не проживет. Как же одна-единственная молекула вирусной ДНК умудряется отпочковать столько копий да еще снабдить всех новорожденных белковыми пеленками?

Поистине загадочное дело. Зато ДНК справляется с ним без затруднений, у нее на такой случай припасен особый механизм. Но о нем немного позже, а сейчас интересно бы просто разглядеть: что это за странные существа, продолжающие свой род с помощью мертвых химических соединений? Не здесь ли проходит давно искомая граница между живым и мертвым?



## РЕПОРТАЖ СО ДНА КЛЕТКИ

У них необычная история.

Сначала люди одержали над ними несколько внушительных побед и лишь потом открыли.

Первое знакомство состоялось, можно сказать, заглазно. Ни Эдуард Дженнер, ни Луи Пастер никогда не видели ни одного вируса, едва ли они даже догадывались о существовании такого мелкого осколка жизни, микроба микробов, и все же им удалось создать вакцины против тяжких вирусных болезней — оспы и бешенства.

То было вещим прозрением, ибо даже много лет спустя, на пороге нашего века, первооткрыватель вирусов Дмитрий



Ивановский нащупал их вслепую, так ни разу и не заглянув в этот мир бесконечно малых созданий.

Ивановский видел лишь узорчатые метки, оставленные неведомым микробом на листьях табака, но, как бывалый охотник, он по следу догадался о звере. И стал его преследовать.

Это была азартная охота: таинственный возбудитель табачной болезни уходил через тончайшие фильтры, проskalзывал сквозь поры фарфора, в которых застревали самые мелкие микробы; его нельзя было ни схватить, ни увидеть. Вооруженный немудреной оптикой, Ивановский не мог разглядеть загадочное существо величиной с молекулу. И чем привлекательнее была его догадка, чем сильнее она захватывала воображение, тем труднее было превратить ее в достоверный научный факт.

К счастью, мысленный взор исследователя был острее его глаз. Ивановский начал понимать, что перед ним новые, никем еще не опознанные возбудители инфекций, но тут жизнь увела его в сторону. К вирусам он больше не возвращался.

Первоклассное открытие сделал русский ботаник! Однако оно настолько опередило время, что не вызвало даже спора. Его не хулили, не опровергали — просто не заметили.

Ивановский умер в неизвестности. О вирусах почти никто не вспоминал.

Прошло сорок пять лет, прежде чем Уиндел Стенли раскрыл тайну этого неведомого отпрыска микробного семейства. Стенли первый взял его, что называется, в руки: он выделил вирус в чистом виде.

Так в погоне за невидимкой перекликнулись четыре далекие эпохи, переплелись судьбы замечательных ученых — англичанина и француза, русского и американца.

На столе у Стенли появилась пробирка с кристаллическим порошком. Это были поистине магические кристаллы: они размножались, словно живые существа. Годами мертво поблескивали в склянке, а попав в живую клетку, сразу приносили огромное потомство. Огромное и вовсе не безобидное: весь приплод был заразен. Он просачивался через любые фильтры и поражал листья табака таким же узором, как и возбудитель мозаики, за которым охотился Ивановский.

Удивительное совпадение: живой вирус и кристалл! Казалось, наука впала в глубокое противоречие. Как живое

существо может быть кристаллом? И что это за кристалл, если он плодится?

Противоречия все-таки не было. Просто биология впервые в таком резком броске приблизилась к тайне живого, а извечный вопрос «Что есть жизнь?» вдруг наполнился новым содержанием.

Вирус стал общебиологической проблемой. Дотоле неуловимый, он неожиданно вывел исследователей к самой сердцевине жизни — белковой молекуле. Оно и понятно: ведь в вирусе как раз и был заложен один из главных секретов молекулярной азбуки живой природы.

## **Вещество, похожее на существо**

Странная все-таки была эта молекула. Непостижимо загадочной казалась ее способность воспроизводить себя, изменять свойства и передавать их потомкам в тысячах поколений. Какая-нибудь мошка, амеба, наконец, микроб — другое дело. Но размножающаяся молекула... Такого еще ни один биолог не встречал. Химик тем более.

Оба они давно поделили природу. Между живым и мертвым лежала непреодолимая полоса отчуждения. И вдруг какое-то химическое соединение осмелилось переступить заветную черту, присвоить исконные свойства живого организма. Стоит ли говорить, как оно заинтересовало биологов. Доискавшись причины внезапного оживления полумертвого вируса-кристалла, они могли бы по винтикам разобрать сокровенный механизм воспроизведения жизни.

Вирус, словно по команде пробуждавшийся от долголетнего «летаргического сна», в считанные минуты приносивший огромный приплод, стал простейшей моделью живого организма. На ней биологи и начали изучать молекулярные основы жизни. Однако прошло еще немало времени, пока им удалось подступиться к этой великой тайне.

Вначале вирус довольно быстро рассекретил свой химический состав. Узнав его, биологи вспомнили старую истину: все великое просто. Кроме нуклеиновой кислоты и белка, здесь ничего не обнаружили. Но тут вся простота и кончилась. Что тут делает кислота, какова роль белка, — никто не знал. Вирус по-прежнему оставался «вещью в себе».

Тогда его стали усердно рассматривать в электронном микроскопе и убедились, что он действительно очень мал, порой меньше белковой молекулы. Но иной раз вирус поражал необычной величиной. Случалось, он оказывался больше живых микроорганизмов. Вероятно, тогда кому-то и пришла мысль объявить вирус границей живого и мертвого, краем жизни.

Образ звучал убедительно, но по сути дела был сродни понятию «край света». Жизнь порой и бьет через край, но в природе его все-таки нет.

Мне кажется, здесь был повод поразмыслить о непрерывности всех элементов материи, от электронов, мезонов, атомов и молекул — словом, хладного царства физики и химии, до первых ступенек живой жизни: белков, вирусов, микробов, простейших вроде амебы, наконец, если хотите, животных и человека. И коль уж искать сравнение, вирусы — такие многоликие и разновеликие — не граница, а огромный, неизведанный материк. Кто рискнет сегодня провести разделяющую параллель, рассечь жизнь по условному признаку?

Но это, как говорится, вопрос философский, а нас интересуют факты.

Их было не много. Добыть один интересный факт иной раз труднее, чем высказать десяток остроумных гипотез. Здесь, на счастье, такой факт отыскался. Вернее, он давно был известен, но почему-то долго не привлекал внимания.

Никто вначале не задумывался, отчего вирус бесплоден на обычной питательной среде, там, где микробы размножаются с ужасающей быстротой. У вируса обнаружилась одна странная повадка: он давал потомство лишь внутри живых клеток, только в них он по-настоящему проявлял свое чадолюбие. Что бы могла значить эта непонятная прихоть? Чем клетка так привлекает его?

Пищей, добротным белковым пайком.

Вирус — плотояднейший из паразитов, он буквально вгрызается в жертву и поедает ее, можно сказать, живьем. После такой встречи клетка выглядит в электронном микроскопе как выеденное яйцо, в ней зияет дыра, своего рода лаз, просверленный вирусом. Зато незванный нахлебник во сто крат увеличивает свое потомство. Буйное и ненасытное, оно продолжает плодиться и атаковать.

Худо пришлось бы клеткам, не умей они отражать эти

разрушительные набеги. Тут борьба не на живот, а на смерть.

Порой вирус гибнет еще на подступах к заветной цели: его уничтожают особые растворители — лизины; иногда с ним круто расправляются ферменты; и, даже прорвав эти форпосты клеточной обороны, он натывается на плотную оболочку — щит, охраняющий клетку от всех напастей.

Что ни говори, эта крохотная капля жизни умеет постоять за себя. Однако и вирусы обзавелись довольно сильным оружием — ферментами, растворяющими оболочку. Такие ферменты-отмычки как бы срывают с клетки все запоры. Взломав ее оборону, вирус проникает наконец к съестным запасам.

Казалось бы, чего тут еще: цель достигнута — живи, размножайся! Почему же он топчется на пороге?

Клетка еще не сломлена; прежде чем впустить вирус в свой дом, она заставляет его снять верхнюю одежду — белковый чехольчик, натянутый на молекулу нуклеиновой кислоты. Непреклонность клетки на сей раз очевидна, больше того — она сама помогает вирусу освободиться от лишних покровов. Есть предположение, что у нее на такой случай заведены особые ферменты. Вот эти-то «швейцары» и раздевают вирус, что называется, донага. От него остается лишь одна сердцевина — нуклеиновая кислота.

Беззащитная, она устремляется внутрь клетки.

А тут есть чем поживиться. Все продовольственные ресурсы и даже часть прекрасной строительной техники клетки поступают во власть нуклеиновой кислоты. Молекула-нахлебница использует чужое добро как свое и, надо сказать, довольно быстро осваивает захваченное богатство.

Уже через несколько минут в клетке начинается великое таинство, именуемое продолжением рода. Проходят еще считанные минуты — клетка лопается, выпуская на волю целую ватагу свежее испеченных вирусов. Все они тут же бросаются на поиски крова и пищи. История повторяется сначала.

Однако что же произошло в клеточных недрах, пока там хозяйничала молекула нуклеиновой кислоты, как умудрилось это химическое соединение воссоздать самое сложное и загадочное из всех творений природы — живое существо?

## Суть дела

Тут мы, кажется, подошли к главному.

Я уже говорил, что природа наделила нуклеиновые кислоты особо важными полномочиями: они ведают таинственным процессом самообновления клеток. Жизнь как бы доверила им самое себя. На всех ее ступеньках — от вирусов до человека — эти сложные вещества выполняют свою необычайно кропотливую работу, и всегда с поразительной аккуратностью и быстротой. Из довольно простых органических соединений — аминокислот — они собирают крупные строительные блоки живого организма — белки.

Фабрика белка, вероятно, самая остроумная, технически безупречная выдумка природы. Здесь все автоматизировано и поставлено на поток: от ритмичного выпуска продукции зависит сама жизнь. О браке, разумеется, и речи нет. За миллионы лет выработалась технология изготовления белковых молекул, исключаящая малейшую ошибку. Если она все-таки случается, организм выбрасывает неполноценный белок. Но это — редкость: на сборке белка царит строгая дисциплина. И поддерживают ее нуклеиновые кислоты. Они тут заняли командные посты.

У ДНК задача не простая. Ведь два десятка аминокислот — лишь сырье для будущей стройки. Из этих двадцати сортов кирпичей она должна сложить изящное и прочное сооружение — белковую молекулу. Такого задания хватило бы на много лет и крупной химической лаборатории, а ДНК справляется с ним без промедления. Каждую из двадцати аминокислот, кирпичиками лежащих в основу белка, она определяет на свое, раз навсегда установленное место, а РНК, словно внутриклеточный транспортер, тут же точно выполняет указание — подносит кирпич и укладывает в уготованное ему гнездо.

Тысячи аминокислот распределяет ДНК по четкому, до мелочей выверенному плану, пока из них наконец не получится добротный белок. Поистине феноменальную память нужно иметь, чтобы запомнить расположение бесчисленных аминокислотных кирпичиков в замысловатой архитектуре белковой молекулы.

Такая память у ДНК есть. Она — в самом строении этого сложного и поразительно стойкого вещества. Химическая структура ДНК вобрала в себя весь план постройки белков,

а вместе с ним главные черты и свойства будущего организма. Ее молекулы — своеобразные послания родителей потомкам, в которых природа особым шифром записала отличительные особенности рода. Передаваясь из поколения в поколение, ДНК как бы несет на себе родовую печать. Попав в подходящие условия, она тут же пускает ее в ход — начинает штамповать белки.

Вирусная ДНК — не исключение. Ворвавшись в живую клетку, она приспособливает все ее ресурсы для своих нужд. Даже энергетика клетки — ее микроскопические «электростанции» — отныне работает на белковый завод вируса-захватчика. Словом, в клеточном нутре ДНК располагается как дома и, не теряя времени, приступает к делу. Начинается синтез.

Минута, другая, третья... Исследователи не отводят глаз от комочка жизни, в котором сейчас свершается нечто простое и величественное, как сама природа. Электронный микроскоп увеличил крохотную территорию клетки в десятки тысяч раз, а меченые атомы, как далекие звезды, сигналият из ее молекулярных галактик. И вот наконец где-то в глубине, среди бешено скачущих обломков разных солей, углеводов, пигментов, между важно перекачивающимися молекулами жиров и ферментов вдруг появляется первый признак возникающей жизни — вирусный белок.

Это еще не вирус, нет — это лишь оболочка, белковый чехол для вирусной сердцевинки. Иногда его называют «бубликом», «пышкой»: внутри он действительно пуст. Настоящим вирусом он станет, лишь наполнившись нуклеиновой кислотой. Однако где взять ее в таком количестве? Ведь «бубликов» множество, а в клетку проникла всего-навсего одна молекула ДНК.

Но смотрите, что с ней происходит!

Молекула ДНК, как застежка-молния, вдруг расщепилась вдоль, и каждая половина тут же добрала из клеточных аминокислот недостающую часть. Возникли две молекулы ДНК. Они проделали такой же фокус — вышло четыре, потом восемь и так далее, пока их не набралось свыше сотни. К этому времени клетка заготовила и белковые чехлы, «бублики». Их нужно было только надеть на вновь испеченные молекулы нуклеиновой кислоты.

И действительно, каждая ДНК, укутавшись в плотную белковую оболочку, стала вирусом.

Таинство свершилось: в мельчайшей частице жизни возникла новая жизнь.

Биолог впервые заглянул в колыбель живого. В ней рядом с белком он обнаружил молекулу вездесущей нуклеиновой кислоты. И хоть существо, порожденное такой связью, было ничтожно малым и примитивным, оно стало отличной моделью для изучения важнейших законов живой природы.

Вирусы как бы ведут репортаж со «дна» жизни. Они уже поведали много нового об удивительных превращениях белка, подвластных малейшим изменениям в структуре ДНК, им довелось раскрыть несколько ценных секретов механизма наследственности. Наконец, собранные в пробирке из разных половинок, вирусы-гибриды самим своим существованием подтвердили догадку о поразительной химической памяти нуклеиновой кислоты, ее способности соединяться с белками в заразные вирусные частицы.

Все это было похоже на какой-то фокус: биохимики выделили из вируса табачной мозаики голую РНК и сразу надели на нее белковую оболочку, снятую с другого вируса,— нуклеиновая кислота осталась верна себе: листья растений, зараженные этой помесью, покрылись мозаичным узором. Скрещивание удалось на славу!

Только тут меня, пожалуй, могут спросить: к чему эти гибриды, неужели мало существующих микробных напастей?

Да нет, пожалуй, достаточно. Однако не в том дело.

Врага нужно знать. К вирусам это имеет прямое отношение. А мы, правду сказать, еще не очень хорошо знаем, что представляет собой даже такой частый гость, как возбудитель гриппа. Внешность его изучена довольно обстоятельно, а вот свойства, так сказать, главные черты характера — вы уже убедились — и поныне остаются загадкой. Приготавливая из гриппозного вируса вакцину, медики всякий раз рискуют промахнуться: дикий не всегда похож на прирученного. Он словно обладает каким-то волшебным даром перевоплощения и, переодев белковый чехол, ловко уходит из-под удара.

Никаких чар тут, конечно, нет. Ясности, к сожалению, тоже.

Насколько же облегчилось бы дело, если бы биологи

смогли прочесть химическую метрику гриппозного вируса — нуклеиновую кислоту. Ведь именно в ней каким-то непонятным кодом зашифрована вся его родословная, особые приметы и чрезвычайно опасная для человека способность внезапно менять оболочку — прием, почти всегда застающий иммунные силы организма врасплох.

Чистая ДНК могла бы рассказать о вирусе много разоблачающих подробностей, но для этого ее нужно сперва самое разоблачить, уже не в переносном, а в прямом смысле. Лишенная оболочки, она, быть может, стала бы прекрасным производителем штамма исходных, так сказать, племенных вирусов — отличного сырья для действенной противогриппозной вакцины. Враг человека, инфекционная ДНК превратилась бы в его друга.

Так что выведение новых вирусных пород — занятие не бесполезное. К тому же не одним гриппом болеет человек, уже известно около двухсот разных вирусов, готовых атаковать его. Нелегкая, но благородная задача найти на них управу.

## **Поединок с невидимкой**

Когда говорят о последних победах медицины, неизменно вспоминают детский паралич. Именно вспоминают: в нашей стране он почти исчез. Вакцина, приготовленная из вируса полиомиелита, прочно закрыла все лазейки в его постоянное пристанище — нежную ткань спинного мозга. Вирус словно потерял к ней ключик. Бездомный, он обречен на гибель. И чем дольше продлятся его скитания, чем крепче будут заперты нервные клетки, тем скорее он вымрет.

Вирус, разумеется, пустит в ход всю свою изворотливость, все недюжинные способности к внезапным метаморфозам. Возможно, он даже воспользуется испытанным приемом гриппозных собратьев — изменит оболочку и вновь нападет на людей. Тогда борьба может вспыхнуть с еще большим ожесточением.

Напряженная, опасная схватка, где один противник все время в глухой обороне, а другой, незримый, волен изощряться в самых ловких приемах.

К счастью, ныне наступил перелом.

От укрощения возбудителя полиомиелита медики пере-



шли к его дрессировке. Дело дошло до того, что с этим грозным врагом недавно случилось чрезвычайное происшествие: его раздели, как говорится, сняли все до последней оболочки. И голым выпустили на культуру почечной ткани обезьяны. Вируса, собственно, уже не было, от него осталась лишь сердцевина — нуклеиновая кислота. Но обезьяньи клетки она все-таки заразила: из них вскоре вывелось многочисленное вирусное потомство. В нем исследователи быстро признали своих старых знакомых — возбудителей полиомиелита.

Вирус не изменился, не утратил боевых качеств. Одет, раздет и вновь одет, он по-прежнему мог сразить наповал взрослую обезьяну.

Эти опыты с переодеванием снова подтвердили: нуклеиновая кислота — главный хранитель наследственных и инфекционных свойств вируса. И тут проклюнулась свежая идея: заставить ее поработать на иммунитет.

Сильный долговечный иммунитет вырабатывают лишь вирусы со стойкими родовыми признаками. По ним организм как бы пристреливает защитные устройства для будущих сражений с настоящим врагом. Вакцинные, прирученные вирусы на этих маневрах — учебные мишени, они должны как можно больше походить на своих диких сородичей. Словом, обстановка, в которой вырабатывается невосприимчивость к инфекции, максимально приближена к боевой. Что толку от вакцины, если она нацелит иммунные силы организма на ложного противника или недостаточно натренирует для встречи с настоящим?

Но вирус способен и на такое. Размножаясь на искусственной пище — колониях живых клеток, он, как хищник в неволе, теряет некоторые прирожденные свойства и порой может направить защитные силы организма по неверному следу.

Разумеется, ученые тщательно отбирают среди прирученных возбудителей инфекций наиболее породистых, с хорошо выраженными видовыми особенностями. Из этих избранных они и готовят вакцину. И все-таки не всегда попадают в цель.

Долгий, извилистый, но пока единственный путь.

Теперь наметился и другой. Плодить вирусы будет извлеченная из них нуклеиновая кислота. Как газетный тираж с матриц, она «отпечатывает» сколько угодно чистопород-

ных возбудителей полиомиелита. И сделает это, возможно, на более простом сырье, чем дорогостоящие обезьяньи почки. Ведь нуклеиновая кислота льнет не только к облюбованным клеткам, как покрывающий ее белковый чехол. Неприхотливая, она может изготавливать вирус в самых разных тканях, были бы нужные ферменты и аминокислоты.

Почки свиньи, околоплодная оболочка коровы, даже опухолевые клетки исправно поставляли инфекционной РНК стройматериалы для вируса полиомиелита. И она с меньшим прилежанием его вырабатывала.

Конечно, от такого необузданного дикаря до вакцины — как от волка до овчарки, но козь его уже вывели, наверняка найдут способ и одомашнить. Это дело времени и упорства вирусологов. А они что ни день радуют свежими фактами, первосортными открытиями.

Стенли, например, провел еще более эффектный эксперимент. Он выделил из возбудителя человеческого полиомиелита ДНК, заразил ею культуру тканей обыкновенной болотной лягушки и получил боеспособный вирус, тут же энергично атаковавший макаку резус.

Не знаю, заменят ли когда-нибудь местные лягушки импортных обезьян, но, видно, в фантастическом мире вирусов и белковых молекул ученый уже чувствует себя не ошеломленным гостем, а хозяином.

Я много говорил о недобрых деяниях вирусов, однако не все они — враги рода человеческого, от иных медики ждут подмоги в борьбе с микробными болезнями.

Врачи хотят использовать исконную вражду вирусов к бациллам, отыскать или, может быть, вывести породу микробоедов, которая быстро покончит с бактериями.

И не только с бактериями.

Вирусы способны на большее. Возможно, они сумеют наконец смирить разбушевавшуюся стихию злокачественной ткани, разрушить раковые клетки.

Не может же быть, чтобы в таком многоликом и прожорливом роде не нашлось охотников до этой пищи! Равнодушные к здоровым тканям, спасительные вирусы уничтожат только опухоль. Они буквально выкорчуют ее с корнем и съедят. Или, включившись каким-то образом в интимную жизнь раковой клетки, нарушат в ней синтез белка, как бы

заморят ее голодом. Вот тогда можно будет уверенно сказать: вирус искупил все грехи!

Я не жду тут мгновенного успеха, но кто знает... Тысячи разновидностей вирусных частиц пройдут тщательную проверку на культурах злокачественных тканей, прежде чем одна из них проявит наконец долгожданную активность.

Это большой, кропотливый труд. Нельзя ли его ускорить?

Изменчивость, отклонение от родительских признаков — вот главная ставка ученых в поисках нужного животного, растения, микроба. Вирусы тоже умеют перевоплощаться; это свойство — их козырь в борьбе с человеком. Теперь оно послужит человеку. И хоть вирусы нередко теряют облик по собственному почину — вспомните хотя бы возбудителей гриппа, — их можно заставить изменяться еще чаще.

Рентгеновское облучение как бы подгоняет эволюцию микроорганизмов, ускоряет бег времени. В быстрой, почти калейдоскопической смене поколений ученые отбирают наиболее ценные вирусные штаммы.

Подогнать время...

Право же, неплохо придумано! За один год вирусы пробегут десятки, а то и сотни лет... И все же можно добиться большего.

Облучение пока изменило лишь количественную сторону дела — оно намного увеличило выбор, так сказать, ассортимент подопытных вирусов. А биолог смотрит куда глубже — он хочет управлять наследственными свойствами, творить живой мир заново, как мечтал Кольцов — разумно и по-хозяйски.

Когда эта мечта сбудется (а все идет к тому), он станет ваять любые организмы, по своему усмотрению менять их признаки.

Но это — грядущий день науки, а чем славен нынешний?

Вот одна из первых находок. Аденовирусы — возбудители острых дыхательных катаров — неожиданно нанесли сильный урон злокачественной ткани, взятой у женщины — жертвы рака. Их тут же ввели такой же больной, прямо в опухоль. И для верности добавили в общий ток крови... Вирусы поработали отлично: много, очень много раковых

клеток растворилось, исчезло, как страшное наваждение. Опухоль таяла на глазах.

И здесь совсем нестати сработал иммунитет — тот самый, что защищает нас от всех микробов и вирусов. На беду, и от противоопухолевых. В крови больной быстро накопились антитела, нейтрализовавшие чудодейственный аденовирус. Они связали его и вывели из организма. Часть перерожденных клеток уцелела, а ведь опухоль была злокачественной...

Иммунитет и тут, как в случае с пересадками чужих органов, оказал человеку прямо-таки медвежью услугу. Однако не будем его порицать: без этого замечательного механизма ни один из нас вообще не пережил бы и младенческий возраст, так что о раке не пришлось бы и говорить.

Но раз уже люди с помощью иммунитета достигают преклонных лет, нужно устроить так, чтобы он, по крайней мере, не мешал им жить дольше. Выключить его на время лечения, затормозить выработку антител. Тогда вирусы, возможно, доведут дело до победного конца.

Такими тормозами медики теперь владеют — это кортизон и проникающее облучение.

Однако не следует опережать события: опыты только начались.

Кто-то сказал, что наука развивается по спирали. Если это так, витки ее сейчас очень плотны. Еще вчера выдвинув гипотезу, ученый сегодня должен менять ее, сообразовывать с новыми данными. В самой биологии, как и в живой природе, идет непрерывный отбор наиболее ценных, жизнеустойчивых фактов. За ними — новые размышления, догадки, планы экспериментов... Так растет великая пирамида знаний, на ее вершине — научная истина.

И когда академик В. А. Энгельгардт высказывает мысль, что злокачественное перерождение клеток — это своеобразное отклонение от нормы, которое можно искусственно продолжить и вернуть больную ткань в исходное состояние, а Уиндел Стенли предполагает с помощью гибридизации молекул ДНК создать синтетические вирусы, способные пожирать раковую опухоль, мы верим: это не фантастика, это еще один виток науки, еще шаг к вершине.

## Проблема „икс“

В мире невидимок переворот. Бактерии, теснимые антибиотиками и химиопрепаратами, уступили свое недоброе первенство всепроникающим ультрамикроскопическим живцам. Вирусы стали микробами двадцатого века. Их дерзкие, опустошительные набеги обходятся людям дороже всех микробных инфекций, уносят тысячи жертв, миллионам стоят здоровья.

Но все эти тяжкие преступления меркнут, кажутся невинной шалостью перед одним только подозрением, давно тяготеющим над вирусами. Им ставят в вину подстрекательство здоровой, мирно растущей ткани к разрушительному мятежу.

В многоликой и грозной семье вирусов, возможно, скрываются зачинщики злокачественного перерождения клеток. И, хоть обвинение это полностью до сих пор не доказано, набралось уже довольно много улик.

Когда же приговор?

Не скрою, мне и самому не терпится его услышать. Суровый и беспристрастный, именем науки. Но нет согласия в судах. Уже полвека идет между ними спор о фильтрующих возбудителях рака, а конца... Впрочем, судите сами.

Опухолевых вирусов выделено много, гораздо больше, чем нужно, чтобы доказать их существование. Прошло время, когда, неопознанные, они обитали главным образом в воображении нескольких энтузиастов, по преимуществу вирусологов. Теперь уже никто не щурится и не прячет в усах улыбки, когда речь заходит о вирусной саркоме, лейкозе, даже раке. Известно больше двадцати пяти видов опухолей, причиняемых вирусами. Но... существует короткое и веское слово «но». В науке у него большой авторитет. И вот этих-то авторитетных «но» высказано по поводу вирусной гипотезы опухолей столько, что любая другая давно бы рухнула. А эта держится. Что же ее подпирает?

Факты. Они сильнее слов. Так обратимся к ним.

Начнем с тех, что против. Вот главный, козырный, довод оппонентов: вирус человеческого рака до сих пор не найден. Никто не смог извлечь его из больной клетки или увидеть хотя бы при самом сильном увеличении.

Да, это действительно так. Из двадцати пяти видов вирусных новообразований на долю людей приходятся только

три, да и то все они доброкачественные. А вирусы рака, саркомы, лейкоза поражают лишь кур, мышей, кроликов, возможно, еще некоторых животных. Но не человека.

Значит ли это, что опухолевые вирусы обошли его стороной?

Едва ли они сделали такое приятное исключение. Да и почему, собственно, люди должны пользоваться особым преимуществом? Ведь природа никому не дает льгот. Ее закономерности равны для всех. И если опухолеродные вирусы обнаружены у собаки, коровы, оленя, овцы, наконец, нашего ближайшего родственника — обезьяны, то чем, каким биологическим механизмом мог завоевать себе привилегию человек?

Такого механизма нет.

Вирус человеческого рака не найден? Что ж, значит, он ждет своего Ивановского.

Так или примерно так отвечают сторонники вирусной гипотезы опухолей. Но нам-то интересно, как они ее доказывают в своих лабораториях. Заразили бы, скажем, человеческим раком хоть какую-нибудь мышь. Такой эксперимент стоил бы многих слов.

Советский исследователь Вильям Бергольц проделал его много раз. Сотням подопытных мышей этот настойчивый экспериментатор задавал один и тот же немой вопрос: есть ли вирус в крови человека, пораженного раком белых шариков — лейкозом? Мыши ответили красноречиво: треть из них переняла эту страшную болезнь, не получив ни одной злокачественной клетки. Кровяная плазма, размельченная ткань костного мозга, селезенки — словом, все, что брали у погибших от лейкоза людей, проходило через мельчайшие фильтры. В прививочном материале могли остаться лишь сверхмикроскопические возбудители рака.

Кто они?

Казалось бы, ответ прост: лейкозные вирусы больного. Нет, это еще не доказано. У мышей есть свой лейкоз. И собственный же возбудитель, до поры дремлющий в клетках. Кто знает, не пробуждается ли этот сонливый вирус, когда мышам прививают лейкозные ткани человека. Вопрос не легкий. Оставим его пока исследователям. Тем более, что мы столкнулись с новым удивительным свойством опухолеродных вирусов — этаким странным миролюбием по причине внезапной сонливости.

Болезнетворный вирус иногда годами живет в клетке, не причиняя ей ни малейшего вреда. Клетка привыкает к скромному постояльцу, между ними устанавливаются добрососедские отношения. И вдруг вирус озлобляется.словно дождавшись своего часа, он вмешивается в синтез белков, грубо извращает наследственные свойства клетки, короче — делает ее по-настоящему больной.

Чем же вызвано такое буйство, отчего вирус-тихоня внезапно атаковал и перевернул вверх дном свое обиталище, наконец, что происходит в недрах клетки, когда там разыгрываются столь трагические события?

Одним из первых над этими загадочными превращениями задумался профессор Лев Александрович Зильбер. Ему пришла мысль поискать причину неожиданного пробуждения вируса среди канцерогенных веществ. Выбор пал не случайно: за канцерогенами в науке издавна установилась репутация основных виновников рака. Беда только, что их было слишком много. А тут еще присоединились другие претенденты на эту незавидную роль: рентгеновские и ультрафиолетовые лучи, гормоны, химиопрепараты — всего не перечислишь.

Когда у одной болезни сотни причин, поневоле задумаешься о первопричине. Ведь все они действуют на клетку по-разному, а результат один — раковое перерождение. Не скрывается ли в самой этой пестроте теорий и догадок истинное объяснение природы рака? Быть может, исследователи всякий раз обнаруживают лишь запускающие механизмы опухолевого роста, соучастников убийства клетки, забывая о главном злоумышленнике — вирусе?

Но ведь и вирус действует не по своему почину, он смиренно отсиживается в клетке, пока не получит какой-то сигнал извне. Где начало, где конец этой запутанной истории?

Ответ мог дать лишь опыт. И Лев Александрович придумал его. Он ввел мышам канцерогенное вещество — бензантрацен — и, как следовало ожидать, вызвал у них опухоль. Затем, тщательно измельчив больную ткань, пропустил ее через фарфоровый фильтр. Следующей партии мышей он ввел фильтрат и безвредную дозу бензантрацена. Через несколько месяцев восемнадцать зверьков погибли от опухоли.

Откуда же она взялась? Ведь через поры фарфора не только раковая клетка, даже микроб не проскользнет.

Зато вирус вполне мог одолеть этот барьер. И, разумеется, он был не простой, а опухолеродный. Стало быть, не исключено, что бензантрацен подействовал на клетки не сам, а через посредника — вирусного возбудителя мышино-го рака.

Эксперимент профессора Зильбера породил целую серию остроумных опытов. Вслед за канцерогенами наступила очередь рентгеновских лучей.

Едва ли кто-нибудь сомневался, что они могут вызвать злокачественное перерождение ткани. Тому было слишком много печальных примеров. Однако мыши и тут внесли существенную поправку в наши представления о раке. Облученные, они, как и полагалось, дали большую вспышку лейкоза. Но, когда фильтраты, отцеженные из тканей лейкозных животных, ввели новорожденным мышам, те тоже заболели раком белой крови. Не поголовно, однако в количестве, вполне достаточном, чтобы и тут заподозритьделки вируса.

Никто, конечно, не стал начисто отвергать опухолеродную силу канцерогенов и радиации, но спор о раке принял иной оборот.

Сторонники вирусной гипотезы представили полновесные факты. Теперь они были вправе ожидать от противников того же.

— Докажите-ка нам,— просили они оппонентов,— что в клетках, переродившихся, как вы утверждаете, под прямым воздействием канцерогенов, не было раковых вирусов... Да, мы согласны, опухоль выросла после введения бензантрацена, облучения — это все верно. Однако вы видели, что условия опыта можно изменить, а результат остается прежним. Пожалуй, тут нет прямой связи между видимой причиной и следствием. И если канцерогены предшествуют опухолу, это еще не значит, что они вызывают ее. Мы видим пролог и эпилог одной драмы, а роковая кульминация происходит в клетке где-то между ними. Есть все основания полагать, что вирус играет в ней не последнюю роль.

Логично, не правда ли?

Во всяком случае противники на время умолкли. Зато неожиданно возразил сам вирус: он исчез.

В клетках кроличьей папилломы — в бородавках — вирус у всех на виду. Но стоит им переродиться в рак — его и след простыл.



Право же, ни один оппонент не мог бы поставить сторонников вирусной теории в более затруднительное положение, чем их подопечный.

Судите сами, вирус во всеуслышание был объявлен чуть ли не главным виновником рака, но, как только доброкачественная опухоль превращалась в раковую, он загадочно пропадал. словно не хотел быть застигнутым на месте преступления.

Опухолевый вирус и впрямь оказался ловким конспиратором. Он, разумеется, никуда не исчезал, а лишь временно утратил беззастенчивые свойства, как бы замаскировался и притих, из злостного паразита превратился в незаметного, безвредного приживалу. Кто же заставил его так круто изменить образ жизни?

Сама клетка. Пока здорова, она крайне враждебно встречает любого пришельца, а тут какой-то чужак посягнул на ее святыню — фабрику первородного, только ей присущего белка. Надо думать, клетка сразу же начала вырабатывать защитные вещества, контратаковала и блокировала незваного гостя.

Лишенный белковой пищи и ферментов, вирус перешел на нелегальное положение. В подполье он сменил личину, замаскировался.

Что же с клеткой?

Катастрофа: она стала раковой. Вирус скрылся, а вызванная им опухоль переродилась и растет еще быстрее. Больные клетки размножаются стихийно, будто кто-то походя сломал в них тонкий, веками налаженный механизм самообновления.

Видимо, так оно и есть. Вирус-подпольщик, скорей всего, изуродовал ценнейшее достояние клетки — нуклеиновую кислоту. В этот неприкосновенный, первозданной химической чистоты эталон, по которому штампуются белки, он включил свою ДНК. Получился какой-то уродливый гибрид — виновник злокачественного перерождения ткани. Но с ним клетке уже не справиться. Наоборот, он ведет себя хозяином, заставляет синтезировать белки на свой лад.

И клетка подчиняется: с ее белкового конвейера сходит продукция, отштампованная по фальшивому образцу.

Отныне она обречена. Новый белок настолько чужд при-

вычной, от века данной химической кухне клетки, что никакие регуляторные приспособления не в силах с ним сладить. Он выводит клетку из-под контроля. Опухоль растет с сокрушительной быстротой. Сохранился вирус или нет, теперь уже не имеет большого значения. Опасность таилась не в нем, а в тех непоправимых увечьях, которые он нанес наследственному механизму клетки. Больная, она уже не выйдет из порочного круга: зло в ней самой.

Но худшая из бед в том, что она передает его потомкам. Каждое новое поколение клеток, появившееся в опухоли, получит в наследство извращенную ДНК — заведомо неверный образец для выделки белков, постройки клеток. От роду поврежденные и бесконтрольные, эти клетки тоже пойдут по неверному пути. И так из рода в род до гибели организма.

Нельзя ли как-нибудь отвратить этот неумолимый рок событий?

Вирусная гипотеза рака тем и привлекательна, что подает надежду на новые средства, способные сдержать натиск взбунтовавшейся ткани. Рассуждения здесь не так уж сложны.

Если частицы вируса действительно включаются в наследственный аппарат клетки и вызывают ее перерождение, их нужно убрать оттуда, выключить из белкового штампа. Тогда клетка, возможно, снова станет здоровой. Все ее несчастье в злополучной связи с нуклеиновой кислотой вируса. Порвав этот противоестественный союз, она вернется к нормальной жизни.

Раз так, лечение рака должно заключаться не в погоне за больными клетками (все равно они наплодят уйму потомков), а в уничтожении наследственных уродств, причиненных опухолевым вирусом. Ученые называют их дополнительной генетической информацией, но ведь не в словах дело. Главное, научиться бы поскорей избавлять клетку от подобных дополнений, понять ее сложные взаимоотношения с вирусом.

Мне думается, гипотеза профессора Зильбера открывает перед онкологами путь, на который со временем перейдет вся исследовательская работа по раку. Этот путь — изучение молекулярных основ болезни.

Разумеется, Лев Александрович предложил пока лишь схему, рабочий эскиз будущей теории, где аналогии и сравнения занимают довольно большое место. Но в основе его

догадки лежат достоверные факты, и, что важнее всего, она заставляет искать новые. Не зря же Иван Петрович Павлов как-то обронил: если нет в голове идей, не увидишь и фактов.

Идея есть. А вот и первые плоды.

Помните мышей, зараженных лейкеозом человека? Они пострадали не зря. Теперь получено еще одно подтверждение, что причиной их смерти мог быть человеческий, а не мышинный вирус. Нуклеиновая кислота, добытая из тканей людей, погибших от лейкеоза, вызвала у новорожденных мышат подобное же заболевание. Правда, факт этот еще не успел, что называется, остыть, как появилось другое сообщение: нуклеиновая кислота, выделенная из самих лейкеозных мышат, тоже способна воспроизвести рак крови у здоровых зверьков. Снова возник старый вопрос: «Кто виноват?» Однако теперь его решают на другом уровне — молекулярном.

Опыты продолжаются. Но уже и сейчас можно предположить, что в обоих случаях нуклеиновая кислота вируса — одна из главных виновниц внезапного озлобления белых шариков крови.

Гипотеза изменила самый подход к проблеме рака. Она устремила исследовательскую мысль в глубины больной клетки, к ее тончайшим наследственным механизмам. Искать причину не вокруг, а внутри — вот простая идея, породившая много свежих мыслей, отточенных экспериментов.

Исследователь из Германской Демократической Республики профессор Граффи стремился заразить культуру почечных клеток нуклеиновой кислотой, извлеченной из опухолевого вируса. Восемь раз он выделял и перевивал ее с одной колонии дикорастущих клеток на другую. В девятый раз ДНК, наконец, обросла оболочкой, снова стала настоящим вирусом и вызвала у подопытного зверька опухоль.

Такие исследования ведутся и в нашей стране. Профессор Александр Дмитриевич Тимофеевский вскормил недавно на подопытных клетках новый возбудитель опухолей, открытый американской исследовательницей С. Стюарт.

Этот вирус оказался универсалом, он поражал подряд мышей, крыс, хомяков, кроликов — и не одной, а двадцатью

тремя разными опухолями. Профессор Зильбер со своим сотрудником И. С. Ирлиным ввел его в культуру клеток хомячка и снова вызвал злокачественное перерождение — рак в пробирке. Больные клетки росли и размножались, а вирус исчез. Опять подозрение пало на нуклеиновую кислоту... Кто знает, быть может, недалек день, когда в таком же вот тонком лабораторном эксперименте будет разоблачен возбудитель человеческого рака. Во всяком случае, опыты на культурах клеток намного ускорят разгадку этой мучительной тайны.

Но главное все-таки не в них. Опухоль в пробирке или у подопытного животного — всего-навсего скопированная модель болезни, порой очень далекая от оригинала. Никогда нет уверенности, что она вызвана именно привитым вирусом. У многих лабораторных зверьков есть собственные, туземные возбудители опухолей, да и ткани их заметно отличаются от человеческих.

Можно было бы провести испытания раковых свойств вируса на культурах клеток, взятых от здоровых людей, но и здесь большие трудности: злокачественное перерождение почти ничем себя не выдает.

Привить фильтрат опухоли снова человеку? Нашлись бы, пожалуй, добровольцы и на такой опыт. Но тут неизбежно сработает иммунитет, в силу войдет закон несовместимости чужеродных тканей. Как говорится, куда ни кинь, всюду клин.

Где же, на каком участке огромного противоракового фронта можно ожидать прорыва к тайникам мятежной ткани?

Скорее всего, в лабораториях биохимиков — там, где изучают белковый состав опухолевых клеток, замысловатую химическую кухню рака.

За последние годы она раскрыла несколько важных секретов. Оказывается, в больной ткани есть два посторонних белка — вирусный и тканевый. И каждый из них, видимо, способен выработать у животного строго избирательную невосприимчивость: вирусный белок — к самому возбудителю опухоли, тканевый — к пересадке раковых клеток. Во всяком случае, половина привитых кур осталась невредимой после введения смертоносного вируса саркомы. И почти все участвовавшие в эксперименте кролики стали неуязвимы для вируса папилломы.

Это было чрезвычайно радостное, обнадеживающее открытие. Раз живой организм способен защищаться от опухолевых клеток и вирусов, значит, со временем можно научиться иммунизировать его искусственно. Для этого надо запастись только соответствующими белками, да, пожалуй, большим терпением: веществ, создающих иммунитет, в опухоли, вероятно, не больше, чем радия в урановой руде. Добыть их из больной ткани в чистом, концентрированном виде чрезвычайно трудно. Исследователи еще не знают, каким способом намывать эту драгоценную породу белков. Однако и здесь появился просвет.

Игорь Абелев и Владимир Цветков — биохимики Института имени Гамалея — нашли метод для выделения специфического белка из раковой опухоли печени. И хоть опыты велись на мышах, а белка добыто всего несколько сотых миллиграмма, эти золотники истинного знания — первый реальный вклад в старую мечту людей об искусственном противораковом иммунитете.

В недрах больной ткани исследователи нащупывают верный путь к ее спасению.

Рак еще цепок, он еще может иной раз намертво заклепнуть и сгубить человека. Но сегодня он уже не всесилен. Хирурги, радиологи, химиотерапевты вырвали у него не одну жертву. Теперь к ним присоединились иммунологи и биохимики.

Во многих странах идут поиски веществ, способных защитить людей от стихии взбунтовавшихся клеток, даровать иммунитет к злейшему из недугов. И нужно верить: наступит наконец день, когда прививки против рака станут таким же обычным и успешным делом, как противооспенная вакцинация.

Тут нет прямой аналогии: рак — болезнь незаразная и вирус его неинфекционный. Но для организма-то он чужд, как любой инородный белок. Значит, и к нему можно выработать невосприимчивость — противоопухолевый иммунитет.

Однако это — дальний прицел, а что поближе?

Разумеется, лечение больных. Иммунизирующие вещества, возможно, уберегут их от метастазов и послеоперационных возвратов рака. И главное, помогут врачам получить

сыворотки, содержащие антитела к опухолевым клеткам. Такие антитела сами по себе, конечно, не одолеют злокачественный нарост. Выработанные лошадью или бараном, они не смогут долго оставаться в теле больного. Но замысел медиков здесь гораздо хитроумнее. Они хотят соединить антитела с радиоактивным веществом или химическим препаратом, использовать их в роли транспорта, доставляющего целительное лекарство аккуратно к месту назначения — пораженной ткани.

Такие целенаправленные, напрямик к опухоли устремляющиеся антитела помогут быстро разыскать ее в самом укромном, глубоко упрятанном уголке тела. Помеченные каким-нибудь веществом, скажем радиоактивным фосфором или углеродом, они будут сигнализировать с поверхности, из глубины — со всех точек пораженной ткани: здесь рак! Только рак и ничто иное: антитела, выработанные прививкой опухолевых клеток, опознают и атакуют лишь своего врага.

Да, много хорошего, доброго можно ожидать от этих интересных экспериментов. Счастливого им завершения!

...Я размышлял. Вирусы — поистине неиссякаемая тема для рассказчика. Вездесущие, они проникают в нашу жизнь с самых неожиданных сторон. Не только люди — стада овец, лошадей, многие птицы, рыбы, даже пчелы несут на себе их губительное иго. Вирусные болезни поражают картофель, хлопчатник, яблони...

Есть довольно веское подозрение, что вирусы причастны к ревматизму, тяжелой душевной болезни — шизофрении, боковому склерозу спинного мозга, парализующему молодых, здоровых людей, и, вероятно, к некоторым другим, еще не объясненным недугам. Но пора кончать. И так ясно: вирус — опаснейший враг. С ним война будет идти на полное истребление. Она уже начата. И мы с вами только что побывали на ее переднем крае.

\* \* \*

Вот, кажется, и конец. Все, что знал, рассказал, остается поставить точку. Но напоследок я хочу еще раз помечтать о будущем. Не стану терзать вас длинным заключением, прогнозами, выводами... Просто поговорим о самых новых

новостях. Ведь пока я писал книгу, наука не ждала. Все время появлялись свежие факты, догадки, гипотезы. Иные из них довольно бесцеремонно вмешивались в мою работу, меняли планы, перетасовывали, а порой и начисто опровергали все написанное. И все же я всегда был рад таким поправкам: живая жизнь не терпит окостенелых формул.

Так вот. Вы, конечно, помните, как агрессивно вели себя новорожденные вирусы, покинув клетку. Не успевала она лопнуть, все они тут же бросались в атаку. На человека, комара, листик табака — лишь бы выжить. Наступление — их основная тактика.

Однако иногда ее приходится менять. Грозный, неустрашимый вирус вдруг переходит к глухой обороне и, не выдержав враждебного натиска, гибнет. Нет, не по вине антибиотика или защитного шарика крови — лейкоцита. В том-то и обида, что от руки своего же брата — микроба.

## На перекрестке

Среди великого множества бактерий объявились наконец храбрецы, способные контратаковать вирусов. Их обнаружили случайно в одном заброшенном пруде. Безвестные вояки уничтожали вирусов с таким остервенением, точно решили отомстить за всех своих сородичей. Они буквально раздирали противника в клочья. Ученый смотрел в окошко электронного микроскопа, как в полевой бинокль: он видел поле боя, усеянное трупами. А победоносный микроб даже не приближался к врагу, он поражал его из дальнобойного «орудия», которым служит, вероятно, особый фермент, растворяющий вирусную оболочку.

От такого зрелища трудно оторваться. Это был настоящий бунт микробов. Впервые биолог увидел бактерию, сокрушившую вирус. В честь этой победы ее так и называли «вирурум-пенс» — рвущая вирусы.

Ученые обрадовались, конечно, не за микробов. Они надеются втравить пожирателей вирусов в борьбу с заразными болезнями. Совсем не исключено, что в каком-нибудь другом забытом пруде водятся бактерии, энергично истребляющие вирусов полиомиелита, кори, энцефалита, наконец, нашего общего недруга — гриппа. А если их и не удастся оты-

скать, что мешает со временем искусственно вывести особую породу «охотничьих» микробов и натравить на истинных врагов человека — возбудителей вирусных инфекций?

То-то разыгрались бы жаркие баталии в микробном царстве!

Эта мечта не так уж призрачна, как кажется на первый взгляд, у нее в науке глубокие корни: стравливать микробов задумал еще Мечников. Илья Ильич предлагал непрерывно заселять кишечник палочками молочнокислого брожения. Новоселы должны были, по его мысли, изгнать оттуда туземных обитателей — гнилостных бактерий, предотвратить снашивание органов и тканей — словом, отдалить старение.

С тех пор биологов не оставляет мечниковский замысел насильственного антагонизма микробов. Кто знает, не поможет ли последняя находка осуществить его?

И уж наверняка можно надеяться, что медиков заинтересует оружие новой бактерии — ее ферменты. Отличный был бы это трофей! Врачи нацелили бы его в первую очередь против вирусных болезней, перед которыми беспомощны сульфамидные препараты и даже всесильные антибиотики. Ведь пенициллин, стрептомицин, тетрациклин — вся «пожарная команда» медицины, успешно гасящая вспышки тяжелых микробных заболеваний, бессильна перед хрупким и нежным вирусом. А причина проста: он прячется от антибиотиков в клетках тела. Как его оттуда выманишь? Там уют и полная безопасность.

Убить вирус можно, только разрушив клетку, лишив ее ферментов, которыми она щедро снабжает своего жильца. Но тогда вместе с незванным гостем погибнет и сама хозяйка. Так, пожалуй, в погоне за вирусами можно все клетки переморить.

Нет, медикам этот путь заказан. Они ищут — и с огромным трудом находят — сравнительно безобидные препараты. Те, что, не задевая клеток, бьют через головы своих — по врагу. Такими «управляемыми снарядами» врачи усмирили немало бациллярных недугов.

Но бациллу поразить, конечно, легче вируса. Она — хищник, самовольно рыскающий в тканях тела, а вирус живет под их защитой. Так не поможет ли фермент бактерии-воительницы настигнуть его в этом убежище?

Однако все это пока лишь мечта, как говорят, игра воображения. Домечтаюсь ли я до были?



Думаю, скорее, чем скептик, кивающий на неизлечимый насморк. Во всяком случае факты работают на эту мечту.

Очень хочется, чтобы биологи вывели породу микробов, готовых в любой момент вступить в единоборство с возбудителем вирусной болезни. И не на живот, а на смерть.

Бредни, скажет скептик, ведь у него всегда много возражений и никогда нет предложений. А венгерский ученый Ференц Штрауб проделал на редкость изящный эксперимент, который позволяет всем нам надеяться на лучшее будущее.

Штрауб заставил бактерии вырабатывать фермент по заказу. И не какой-нибудь, а против всесильного пенициллина.

Устойчивость возбудителей инфекций к антибиотикам — явление столь грустное и частое, что едва ли подобный опыт мог кого-нибудь обрадовать. Микробы, на нашу беду, и сами прекрасно вырабатывают это неприятное свойство. Но интереснее всего, что тут они приобрели его заочно — подопытные бактерии никогда не встречались с пенициллином. Они трепетали перед ним, как и многие их сородичи. И вдруг — полное пренебрежение. Кто дал им силу для такого отпора? ДНК!

Штрауб выделил ДНК из пенициллиноустойчивых бактерий и принес ее на выводок микробов, чувствительных к антибиотику. С тех пор и они стали бесчувственны: фермент пенициллиназа, выработанный гибридными микробами, защитил их от антибиотика при первой же встрече.

В этом эксперименте ученому удалось воспроизвести картину, которую не раз наблюдал я у постели больного. Трудно порой вылечить воспаление легких пенициллином — препаратом, еще недавно помогавшим в подобных случаях почти безотказно. Коллеги с огорчением рассказывают, что такие же добрые отношения складываются у стрептомицина с туберкулезной палочкой. И обиднее всего, когда от антибиотиков иногда вынужден отказаться больной, ни разу ими не пользовавшийся. Зараженный штаммом устойчивых бацилл, он безвинно лишен права на эти замечательные лекарства.

Собственно, ему приходится расплачиваться за чужие грехи: боевитые микробные выводки — обычно следствие чрезмерного увлечения антибиотиками. И тут Штрауб ничего нового не открыл, он лишь разобрался в молекулярном

механизме этих опасных превращений, увидел их биохимическое подполье.

Но есть у его эксперимента и другая сторона. Та, что обращена в будущее. Не всегда же ученые будут выводить пенициллиноупорные бактерии. Придет черед и для искусственного выведения полезных микробов. Как это будет осуществлено — с помощью ли искусственного отбора, радиогенетики или скрещивания, — покажет время. Но сомнений нет: часть бацилл медикам непременно удастся переманить на свою сторону, втянуть их в великую битву с заразными болезнями. Тогда и «вирурумпенс» всех видов станут служить людям, а не прозябать в тихих заводах. Выделив из них ДНК, биологи, возможно, сумеют передать ее микробам, постоянно обитающим в носоглотке.

Здесь бактерии — истребители вирусов попали бы что называется на бойкое место. Да и не только здесь: на все ворота инфекций не худо бы повесить такие замки.

Я пишу все это не без оглядки на сегодняшние успехи науки. Они — только они! — позволяют мне мечтать о ее завтрашнем дне. И если нынче биохимики скрестили в пробирке молекулы ДНК двух несхожих микробов и уже теперь получили своеобразный молекулярный гибрид, что помешает осуществлению этих надежд в далеком и близком семидесятом году?

Быть может, я ошибся на несколько лет, биологи простят меня: их наука сейчас на подъеме. Даже специалисту трудно уследить за ее стремительным продвижением в неизвестное. Но мечтать и надеяться дано всем. Без мечты о будущем жизнь холодна.

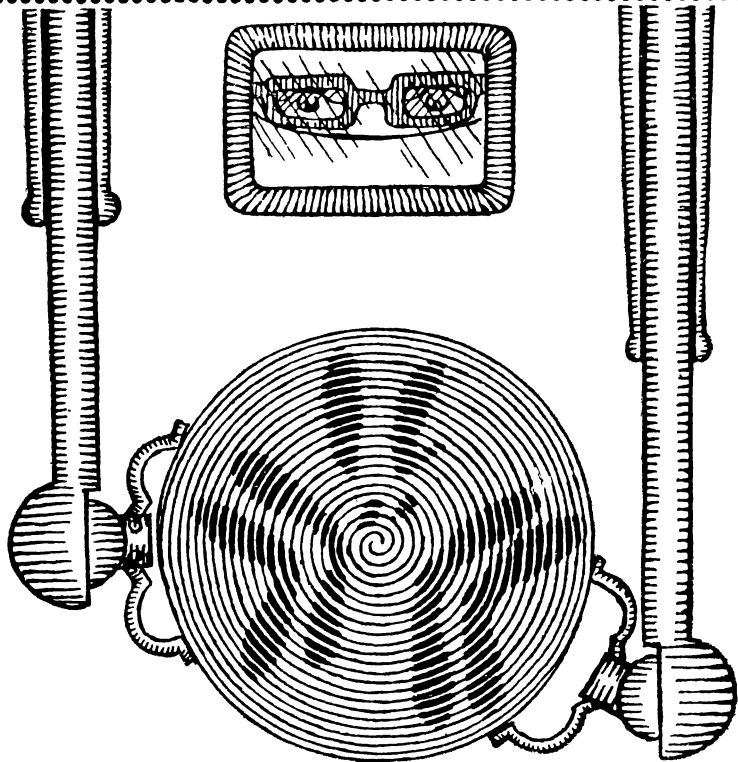
Едва ли в мире сыщется загадка более заманчивая и трудная, чем жизнь живого. Что и говорить, природа сработала его на славу. Постройка гигантских белковых структур — вершина, кульминационный пункт ее творческого порыва. Она не прибегала к кибернетике и математическим выкладкам, но, признаться, решила эту необычайно сложную задачу на редкость экономно и оригинально: у нее не было даже мало-мальски сносного образца для подражания.

Правда, природа потратила слишком много времени, но ведь она не имела и электронно-счетных машин. И все-таки создала живой мир за какие-нибудь несколько миллиардов лет.

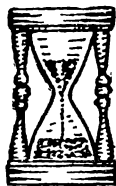
Нелегко человеку проникнуть в лабораторию такого са-мобытного творца. А нужно, очень нужно: в ней затаились секреты наследственности, управления ростом ткани, мно-гих недугов...

Трое ученых встретились на этом оживленном перекре-стке науки: биолог, химик и физик. Им предстоит решить великую загадку. А мне остается лишь повторить за поэтом:

Какое чудо из чудес —  
Живущее, живое!



***Вот она, жизнь!***





**О** героических профессиях не спорят. Это, конечно, космонавты, полярники, летчики-испытатели... У каждого времени свои герои. Перед войной, когда я был мальчишкой, мы с друзьями бредили ЭПРОНом. Красивое и загадочное это слово в переводе на простой язык означало: Экспедиция подводных работ особого назначения.

Тут было о чем помечтать, кому позавидовать. Рассказы о подводниках не сходили с газетных полос, о них слагали песни, снимали фильмы, а радио по утрам передавало марш ЭПРОНа. Он напоминал о морском дне, где нас ждали затонувшие клады.

Меня и сейчас волнуют сокровища погибших кораблей. Но стал я врачом, и не жалею.

Мне очень повезло! Я все-таки побывал на большой глубине и увидел там уйму драгоценностей. Только это было не золото и не бриллианты, а настоящие сокровища.

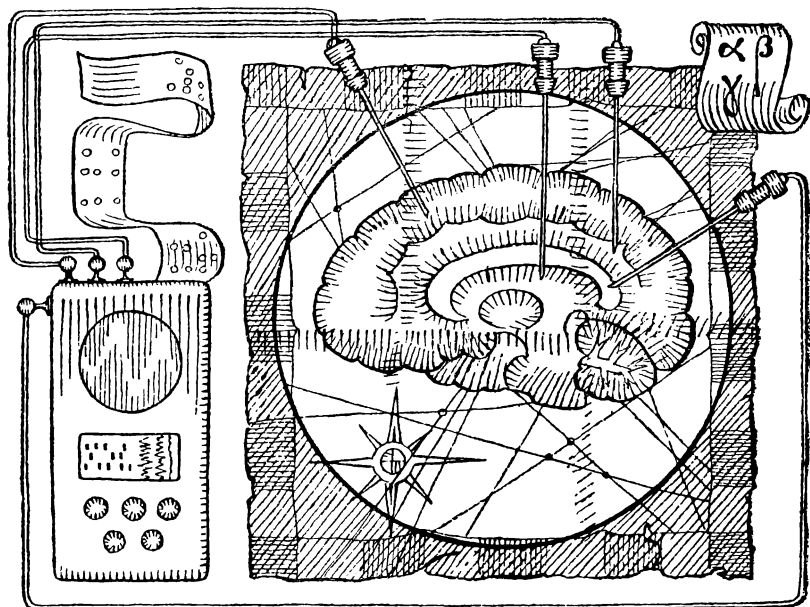
Я понял, что самая дорогая находка для человека — это человек, самая подлинная ценность — его здоровье, самое героическое занятие — спасение людей.

И тогда я задумал книгу. Не о врачебных подвигах,

не о рискованных опытах и не о жертвах долга. Мне захотелось рассказать о вечном поиске, что незримо идет в лабораториях, о глубоком рейде ученых по тылам человеческого организма, об их удивительных открытиях и трудных победах, о прозрениях и разочарованиях — словом, о будничном, но истинном героизме пролагателей новых дорог.

Бедь наука словно айсберг: видна лишь малая часть — удачи, а огромный несущий массив всегда скрыт.

Я буду рад, если, заглянув в это подводное царство ученых, вы разделите с ними радость находок, поймете затруднения и, не сетуя на автора, станете свидетелями схватки идей, что сегодня кажутся неслыханно дерзкими, а завтра, быть может, прославят открытиями века.



## В ГЛУБЬ МОЗГА

Когда речь заходит о биотоках мозга, я всегда вспоминаю необычный разговор, услышанный однажды в кабинете психиатра. Обсуждался довольно сложный случай: у больного подозревали тяжелое душевное заболевание — шизофрению, а палатный ординатор за несколько месяцев собрал ничтожное количество симптомов и среди них ни одного мало-мальски достоверного. Диагноз трещал по швам. Молодой врач очень сокрушался: профессор считал его способным клиницистом, а тут...

Я вошел в кабинет, когда психиатры склонились над длинной лентой — то была запись мозговых токов боль-



ного. Она, как назло, оказалась абсолютно нормальной. Ординатор горестно молчал. Все ждали, что скажет шеф. И вдруг услышали: «А вы знаете, коллеги, у него, кажется, настоящая шизофрения. Я еще никогда не видел такой правильной энцефалограммы у здорового человека».

Профессор не шутил: самые застарелые психозы, люди с глубокими нарушениями психической деятельности, часто ничем не выдадут себя при точнейшем электрофизиологическом обследовании мозга. Диагноз подсказывают лишь на редкость четкие, подозрительно «законные» линии их графиков. Недуг, как самоуверенный преступник, ведет себя слишком праведно. И это обличает его.

Таковы наблюдения психиатров.

Впрочем, злые языки говорят, что им ничего не стоит доказать любую теорию, как только они сами поверят в нее. А волны, нарисованные мозгом на тысячах километров лент и пленок, породили столько теорий, что в них теперь с трудом разбираются даже электрофизиологи. Один из них, известный ученый, недавно подвел итог своим впечатлениям. «Соедините все существующие в мире телефонные линии, — сказал он, — это многоголосье и будет электроэнцефалограммой».

Согласитесь, сравнение звучит не очень ободряюще. Особенно в устах большого специалиста. Но что же делать, электрические колебания мозга — единственно реальное, физически ощутимое и, главное, уловимое проявление его работы. Эти залпы нервных импульсов слишком постоянны, чтобы ими можно было пренебречь, сбросить со счета. И потому тысячи врачей и физиологов сегодня по-прежнему принимают шифровки из глубин мозга.

Да, много за ним побед, больших и малых открытий, великих изобретений. Одного не успел он — постичь самого себя. В ядро атома человеческий мозг проник быстрее, чем в свои недра. Законы мироздания дались ему куда легче собственных. Но придет время, и мозг, познающий мир, станет познанным мозгом.

А пока физиолог и биохимик, психиатр и нейрохирург — каждый по-своему — ищут ключ к его сокровенной механике. Я поведу вас следом за ними в манящую глубину мозга.

## Светильник разума

Блуждания в поисках истины порой увлекательнее самой истины. Какие только догадки, сравнения и метафоры не придумали люди, чтобы хоть мысленно проникнуть в самый черный из всех «черных ящиков» природы — человеческий мозг! И всякий раз неизменно прикладывали к нему свое высшее мерило, каждый век сравнивал его со своим главным техническим достижением. Восемнадцатый уподобил часам, девятнадцатый — век пара — назвал самой причудливой машиной, двадцатый вначале сравнил с телефонной станцией, где замыкаются все линии связи, а теперь повысил рангом: появились счетно-решающие автоматы. Американские биокибернетики даже назвали одну книгу «Мозг как вычислительная машина». Впрочем, их собратья — конструкторы кибернетических устройств не остались в долгу: очередной сборник по автоматике они выпустили под заголовком «Вычислительная машина как мозг».

Скептики улыбнулись: мол, что посеешь, то и пожнешь. А вдуматься, в этой забавной перестановке слов отразилась главная забота исследователей мозга: биологи уже много лет пытаются смоделировать, хоть вчерне наметить контуры его живой механики; инженеры ищут в нем образцы для конструирования «мыслящих» машин. Так что биология сблизилась нынче с техникой на взаимовыгодных началах.

Но, кроме емких идей и терминов, точные науки дарят ей приборы, что безошибочно нащупывают в глубине мозга любую клетку, будоражат ее и, уловив биотоки, часами записывают их на бумажной ленте.

Эта змеящаяся белая полоска словно ползет из недр самого мозга, вынося наружу все его тайны.

До всех физиологи, разумеется, еще не дошли, но кое-что в этих длинных клеточных монологах было им действительно внове. Чуть ли не в самой сердцевине мозга они обнаружили густую сеть клеток, обладавших загадочной властью над всей его громадой. Сетчатой структуре иногда подчинялась даже высшая инстанция нервной деятельности — кора больших полушарий.

Как только слабый разряд тока проскакивал по электроду в глубь нервной ткани, дремавшая кошка вскакивала, словно срабатывал какой-то дежурный механизм, разом запускающий самые важные отделы мозга. Мгновенно обо-

стрялось чутье, зрение, слух — все чувства животного приходили в готовность. А между тем электрод, минуя большие полушария, коснулся лишь одной точки — той, где, по сведениям анатомов, лежат клетки сетчатой структуры.

Это они, возбужденные током, дали снизу залп нервных импульсов по коре. И не только разбудили — энергично активировали ее: на графике биотоков тотчас пошли частые, низкие, как речная рябь, волны.

Мозг и впрямь был взволнован: поток импульсов из глубоких, древних структур всегда настораживает его, сигнализирует об опасности. Но вот прибор выключен, микроэлектрод, погруженный в загадочную структуру, больше не высекает из нее «искр» — кошку снова одолевает сон. И каким бы он ни был — поверхностным или глубоким, естественным или наркотическим — короткий разряд, скользя по электроду, снова разбудит животное.

Похоже было, что под всемогущими полушариями мозга упрятан важный регулятор их деятельности. Регулятор и аккумулятор: включив мозговые блоки, он щедро питал их энергией.

Значит, властительница всего организма — кора полушарий — тоже зависима, состоит со своими подчиненными в каких-то сложных, не всегда начальственных отношениях.

Удивительное открытие!

Но не случайное. О сетчатой структуре физиологи знали во времена Павлова и Бехтерева. Только не могли, не умели подступить к ней: слишком велики были разрушения на пути к цели. Рассекающий скальпель физиолога проникал в запертую зону мозга накануне гибели животного; эксперимент, как увлекательный фильм, обрывался всегда на самом интересном месте.

Лет тридцать исследователи не ведали, что стоят на пороге большого открытия. Но когда нацеленный с микронной точностью волосок электрода обнаружил на первом, самом древнем этаже мозга мощный и поразительно четкий механизм сна, бодрствования, внимания, самих экспериментаторов охватила бурная «реакция пробуждения». Среди миллиардов нервных клеток они отыскивали наконец те, что неусыпно контролируют, как бы процеживают сквозь себя сигналы, идущие навстречу, к коре больших полушарий.

Вот смотрите: кошка с маленьким электродом на голове мирно дремлет в своем углу. Вдруг что-то щелкнуло — она и ухом не повела, но бодрствующий механизм мигом сработал: на ровном графике биотоков внезапно вырос высокий пик. Щелчок — и снова пик. Пока ничего особенного: то были обычные ответы слухового центра, куда вживлен электрод. Мозг быстро выписывал на бегущей ленте грядущих острых зубцов, как бы рикошетом возвращал посланный в него сигнал. Только это был уже не звук, а график биотоков — электрическое эхо больших полушарий.

Неожиданно перед носом испытуемой появляется мышонok. Все ее интересы, естественно, сосредоточены на нем. Щелчок... еще щелчок... щелкай хоть до утра — никаких пиков: центр слуха словно парализован.

Но ведь кошка не оглохла, она по-прежнему слушала звучное пощелкивание. Верно, слушала, да не слышала: переключилось внимание.

Иной психолог, пожалуй, поставил бы тут жирную точку. Нейрофизиолог ищет механизм переключения. И находит его на дне мозга, в сетчатой структуре.

Это здесь денно и ночно идет отбор, строжайшая сортировка восходящих сигналов. Мозг как бы отгородился, поставил на их пути густую нервную сеть, пропускающую лишь самые ценные, жизненно важные сведения. Иначе нельзя работать: из глаз, ушей, внутренних органов сыплется град импульсов. Представляете, что бы случилось, прорвись этот шквал разом навстречу? Полная анархия, катастрофа!

Но нет, даже во сне, когда сознание выключено, контрольный механизм тщательно просеивает сигналы, отбирая лишь те, что угрожают жизни.

Очень разумно организовал свой труд орган разума. Сетчатая структура, как личный секретарь, освобождает его от второстепенных дел, позволяет сосредоточиться на главном.

Однако непонятно, кто управляет этим контрольным механизмом, указывает ему, что сейчас важно, чем пренебречь. Ведь не мог же, например, ствол кошачьего мозга самостоятельно решить, что мышшь — лакомый кусочек; его дело — быстро мобилизовать все нервные ресурсы, а как

быть дальше, должна решать более высокая инстанция. Так кто же, какой орган стоит над контролером?

Кора! Постоянно оберегаемая и взбадриваемая, она все-таки остается верховодом, командует даже своими охранителями. На то у нее особое право и, конечно, специальный механизм, вернее, нервный путь. По нему часть импульсов, минуя сетчатую структуру, прямоком поднимается вверх. На какие-то миллионные доли секунды они обгоняют импульсы, завернувшие в контрольный пункт. И кора уже начеку, ждет дальнейших сигналов. Спящая, она полагается на охрану, бодрствуя — сама оценивает обстановку, принимает у сетчатой структуры команду, как капитан, разбуженный вахтенным.

Заметьте, здесь очень четкая сигнализация: импульс, пришедший в кору первым, подготавливает ее к приему остальных; сигналы, бегущие следом, возбуждают сетчатую структуру и устремляются туда же, кверху, к большим полушариям.

Цепь замкнулась — информация поступила в мозг. И хоть пришла она двумя параллельными путями, финиш, результат — в коре.

Но что же дальше? Импульсы сами по себе так слабы, что «зажигают» лишь крохотные участки мозга, а ведь его полушария не зря называются большими; чтобы развернуть на них полную картину жизни, заставить их мыслить, нужна энергия. Кто даст ее?

Разумеется, сетчатая структура. Вечно под напряжением, эта «силовая подстанция» включает один за другим отделы мозга и, словно обзревая его просторы, мощным пучком шлет снизу заряды, электризует миллионы нервных клеток. Мгновенно по всей коре вспыхивают очаги возбуждения; мимолетные, переменчивые, они скользят и скрещиваются на полях больших полушарий, как лучи прожекторов в ночном небе. Сюда, на экран мозга импульсы проецируют образы жизни, а он, бодрствующий, непрерывно итожит, сводит воедино весь поток впечатлений.

Захватывающее дело следить в этот миг наивысшего напряжения за бегущей лентой прибора, где невидимое перо выписывает график мыслительной деятельности мозга — его электропотенциалы. Волна за волной набегает она на широкий лист, оставляя извилистый, полный загадочного смысла след.

Что в нем — простая сумма электрических разрядов, партитура многоголосой оратории нейронов или, наконец, сама мысль, закодированная особой «морзянкой»?

Над этим уже не первый год ломают головы сотни электрофизиологов. И психиатров. И нейрохирургов. Все, кому до разреза нужен ключ к коду. Ибо, даже воткнув в мозг миллиарды электродов, записав «голоса» всех нервных клеток, невозможно понять, как они поются, что связывает их в момент рождения мысли, — словом, как работает весь орган мышления.

Итак — код! Как раскрыть его?

У разведчиков припасен на такой случай нехитрый маневр: нужно заставить противника дать радиодепешу заведомо известного содержания. Атаковать его, скажем, пятью истребителями и тут же, перехватив шифровку, подставить в нее соответствующие слова. Если неприятель сгоряча радировал: «Атакуют пять истребителей!» — ключ к его коду уже не секрет.

Физиологи решили спровоцировать мозг на такое разоблачительное послание. Только взамен истребителей атаковали его короткими вспышками света. Да немного усложнили тактику.

За столом в шапке электродов сидел больной, прямо перед ним мигал фонарь, к которому тянулись провода от головных электродов. Мгновенный луч, нацеленный в лицо больного, вызывал в мозге волну биотоков, а те, попав по проводу в фонарь, снова замыкали вспышку — опять с возбужденной коры неслись импульсы, зажигавшие фонарь, снова луч света поднимал в мозге волну биотоков.

Мозг сам себя возбуждал, сам менял частоту световых сигналов, падавших на его полушария. Непрестанно разряжаясь, он вызвал на себя пулеметную очередь «блицев». В технике такую зависимость называют положительной обратной связью.

Насколько положительно отзовется на нее орган мышления?

Ответ был скор и неожидан: мозг мигом выключил все свои блоки — больной потерял сознание. То был, кстати, эпилептик — мозг его временами самопроизвольно выпускал целую очередь электрических разрядов, сводя все мышцы

в судороге. Теперь удалось вызвать ее искусственно: частые, равномерные, как удары молота, вспышки прорвались в высшие отделы, к коре больших полушарий и, возбудив ее, вызвали припадок.

Это довольно жестокий прием, но что же делать — ни один психиатр не рискнет поставить диагноз эпилепсии, пока воочию не увидит ее крайнее проявление. К тому же прерывистый луч облегчил врачам разгадку механизма болезни. И в нем немаловажной деталью оказалась сеть глубоких нейронов.

Когда залпы ярких вспышек, пробив в ней брешь, запускают на полную мощь всю громаду мозга, катастрофа неминуема. Многомиллионное содружество корковых клеток словно охвачено коротким замыканием. Это прямая угроза жизни, и спасти ее можно, лишь разом выключив все мозговые блоки, перекрыв путь губительным импульсам. Мгновенно срабатывает страхующий механизм, глубинная сеть клеток блокирует поток восходящих сигналов и, будто рванув рубильник, погружает мозг во тьму: больной теряет сознание.

Смотрите, какая получается драматическая коллизия: физиологи утверждают, что бодрствующий мозг работает всегда как неделимый механизм, все его отделы одновременно обрабатывают жизненный опыт, ставят прогнозы, отдают команды — словом, орган мышления живет и трудится, как говорят, на едином дыхании. Но стоит ему действительно целиком включиться в работу, развить по всей коре одинаковую электрическую активность, как бы осветив ее ровным светом, сознание тотчас покидает его. И свет гаснет.

Неразрешимое противоречие! А между тем мозг и впрямь неделим, его клетки непрерывно замыкаются в цепи, и никогда нельзя угадать их причудливый узор.

Так в чем же все-таки дело?

Физиологи полагают: в сетчатой структуре — там, где решается судьба восходящих импульсов. Регулируя их приток к большим полушариям, эта «силовая подстанция» неодинаково заряжает разные участки: одни активизирует, другие притормаживает — в общем, создает между ними разность потенциалов, ту загадочную, непрестанно меняющуюся мозаику мозга, что позволяет ему без усталости работать, суммировать житейские впечатления, попросту — мыслить.

Если это действительно так, нервная сеть, заложенная

в фундаменте мозга, — орган колоссального значения, своего рода светильник разума. словно ночной фонарь, колеблемый ветром, бросает он блики на разные отделы больших полушарий. То выхватывая их из мглы, то вновь кидая во тьму, сетчатая структура создает электрический фон, на котором сознание выписывает свой извилистый узор.

Но кора — что тогда остается на ее долю? Неужели она настолько утратила свое величие, что пригодна лишь для вживления электродов?

О нет, от имени многомиллионной массы корковых клеток могу вас заверить: они не иждивенцы сетчатой структуры. Высший орган мышления, конечно, зависит от нее, но это не вассальные отношения. Наоборот, большие полушария постоянно сдерживают бурлящую под ними слепую силу. И, подчинив ее, тонко направляют на исполнение собственных приказов.

Тут замкнутый круг. Энергия глубинных слоев возбуждает кору, а та распределяет энергию. Так ветер, надув паруса, гонит корабль, но руль всегда в руках кормчего.

Впрочем, нет, не всегда, есть целая гамма психических переживаний, непослушных высоким инстанциям разума. Гнев, радость, отчаяние — они тоже поднимаются из недр мозга, но порой, к счастью, ненадолго захватывают над ним власть.

Как это им удастся? Почему могущественная кора иной раз выпускает бразды правления, не в силах подавить стихийный бунт подкорки?

Скорее всего, там действуют иные, менее централизованные механизмы.

## **Подполье мозга**

Изучение мозга что раскопки древних курганов: чем глубже пласт, тем больше находок. А под большими полушариями экспериментаторов ждала россыпь интереснейших фактов. Одни легко, словно давно искомые детали, вписались в готовую картину мозговой деятельности, другие заставили продумывать ее заново.

Меня, признаться, больше привлекают открытия последнего рода, факты — разрушители привычных схем и теорий. Благо, ходить за ними теперь недалеко. Физиологи самых



разных направлений и взглядов ведут ныне вертикальную «проходку» мозга. И порой находят в нем механизмы сокровеннейших психических переживаний.

Дружелюбие, гнев, ярость, жажду, голод — почти любое настроение, самое неожиданное выражение эмоций можно вызвать простым нажатием кнопки. А порой... Впрочем, смотрите сами.

Белая крыса с короной электродов на голове почти сутки не отрываясь барабанит лапкой по рычажку. Голодная, без росинки во рту, она даже не смотрит на воду, морковь, сухари — все ее помыслы, вся жизнь связаны сейчас с металлической пластинкой, на которой она выбивает какую-то сумасшедшую дробь. Из клетки несется сухой треск, словно там работает чемпион-машинистка. В чем дело, что заставило животное вести столь необычный образ жизни?

Жажда удовольствий. Конец микроэлектрода находится в той зоне мозга, откуда идут очень приятные ощущения. Крыса ни на секунду не может отказаться от них. Вконец измученная, шерсть дыбом, хвост дугой, она целый день замыкает электрическую цепь, ежечасно посылает в свой мозг восемь, а то и двенадцать тысяч раздражений. Выбившись из сил, стучит по рычажку головой, замыкает его зубами... И, наконец, почти замертво падает. А придя в себя, снова бежит к рычажку, барабанит, и даже сильный ток, пущенный в решетку пола, не остановил ее на пути к цели.

Но вот исследователь продвинул электрод чуть глубже, и крыса, едва коснувшись рычажка, с писком отскочила прочь; на сей раз ощущение, видимо, было не из приятных: электрод оказался в зоне отрицательных эмоций. Однажды замкнув цепь, животное уже не подойдет к заветному ключу — эта железка теперь наводит на него страх.

Итак, два участка мозга — две диаметрально противоположные реакции. Есть все основания думать, что здесь работают разные механизмы: один — удовольствия, радости, другой — страха, боли, гнева. И все это почти рядом, на расстоянии каких-нибудь трех-четырех миллиметров. Поистине рай и ад умещаются в микроскопическом клочке мозга. Очень соблазнительно поискать здесь регулятор переживаний, настроений — всех тех смутных, порой недолимых чувств, что названы эмоциональной жизнью. Ведь эмоции временами играют в жизни человека едва ли не ведущую роль. И случается, приводят к тяжелым болезням.

Как же не попытаться экспериментатору проникнуть в этот темный и странный мир, где проходит граница между разумом и глубокими инстинктами? И не только во славу науки — во здравие людей!

Я пишу об этом, как говорится, с фактами в руках. Их не так уж много. Но те, что есть, — разительны. Однако начну с обезьян. Даже на такой упрощенной модели человеческой психики недавно были сделаны важные открытия.

Введя в мозг макаки множество подвижных электродов, физиологи прощупали под большими полушариями сотни загадочных зон. И нашли среди них участки, как бы заминированные огромным эмоциональным зарядом. Раздражение таких «взрывчатых» структур вызвало у обезьяны бурные переживания. И что интереснее всего, ученые могли одновременно следить за поведением животного и событиями в его голове: возбудив группу нейронов одним микроволоском, они снимали биотоки через другой, вживленный рядом. Нервные клетки сигналили на прибор, подробно записывавший их сообщения. Малейшее перемещение электродов меняло мозаику больших полушарий — исследователь тут же сравнивал ее с реакцией обезьяны. Мозг макаки стал чем-то вроде электрической викторины, где с каждого миллиметра физиологи добыли уйму новых фактов.

Вот обезьянка, весело щурясь, гладит руку экспериментатора; доверчивая, она не ждет подвоха, когда он мягко, почти безболезненно вводит в ее мозг тонкую серебряную иглу. И верно: послав по электроду короткие разряды тока, исследователь приводит животное в радостное возбуждение. Быстро поняв, откуда оно идет, макака усердно принимается за ключ, замыкающий цепь. Теперь ее не оторвать — жадная до удовольствий, она, как заправский телеграфист, выстукивает полтораста сигналов в минуту.

Сомнений нет: электрод в зоне приятных ощущений, как говорят физиологи, в старт-зоне. Однако стоит продвинуть его на полсантиметра, макака пугливо бросает ключ. И не подпускает к нему экспериментатора. Дело доходит до яростных драк, животное не желает получать раздражение в этот участок мозга. Здесь, видимо, зона отрицательных эмоций — стоп-зона. Однажды усвоив это, макака рвется из кресла, ломая от злости зубы, кусается...

Но наука требует жертв: цепь замкнута. Для обезьяны начинается мрачный период.

Посеревшая, скучная, она много пьет, часто дышит, отказывается от пищи — словом, тяжело заболевает. И если опыт вовремя не прервать, слабенькие разряды тока в короткий срок полностью разрушат ее здоровое, сильное тело.

Исследователи, разумеется, никогда не доходят до таких крайностей, наоборот, они лечат животное ускоренным и совершенно необычным методом — раздражением старт-зоны. Несколько минут положительных эмоций — и больная обезьяна на глазах приходит в себя. Снова веселая, она охотно ест и готова выполнить любое задание исследователя.

Какова целительная сила эмоций!

Впрочем, врачи знают о ней со времен Авиценны. Жаль только, не всегда умеют подчинить своей воле, повернуть ход болезни вспять. Стоит ли говорить, с каким вниманием и надеждой следят они сейчас за магическим волоском, вызывающим столь мощное потрясение психики, да и всего тела. Ведь открытия в глубине мозга сулят им огромную власть над недугами.

Особенно велик интерес к стоп-зонам, где наверняка скрыты запальные механизмы многих телесных и душевных болезней. Тут своего рода кладовая всяческих бед, которыми человек расплачивается за сильные переживания. Найти к ней ключ, запереть в этом погребе мозга людские напасти, заблокировать разрушительные эмоции у самых истоков — что может быть увлекательнее и благороднее этой цели!

Далеко ли до нее?

Не знаю, не хочу гадать, но многие клиницисты уже сегодня пытаются превратить «взрывчатые» зоны мозга в пульт управления больной психикой. Посылая туда слабые разряды тока, они порой круто обрывают ход тяжелейшего душевного недуга. Закоренелый шизофреник, годами живший в каком-то кошмарном полусне, вдруг говорит о чувстве большого облегчения, радости, на его застывшем лице появляется даже улыбка — робкий проблеск вернувшегося разума.

Электрические импульсы, словно озарив затемненное сознание, вырывают больного из мира страшных видений, возвращают ему человеческий облик. И хоть действие их пока ограничено, а эффект краток, эти редкие удачи дороги врачам новизной подхода к психическим болезням.

Не лекарство, шрапнелью бьющее по всем клеткам мозга, и не шок, встряхивающий его наподобие сломанного будильника, а точно нацеленный микроволосок и целебная доза электричества, быть может, помогут психиатру захватить контроль над недугом, разомкнуть роковую цепь событий.

Боюсь, дорогой читатель, я без электродов потревожил ваши эмоции: мысль о вживлении в мозг металлических, пусть тончайших нитей, вряд ли оставила вас спокойным. Да что говорить, с ней не свыклись даже бывалые нейрохирурги. Один из них так и сказал мне: «За это судить надо!» Я робко напомнил, что заодно придется отдать под суд еще несколько сотен врачей, вживляющих электроды в сердце.

Вспомнилось и другое. Было время, не столь уж далекое, когда сами нейрохирурги в долгих спорах отстаивали свое право занести скальпель над теплой розовато-серой массой мозга. И сколько же им пришлось выслушать упреков, насмешек, обличительных речей!

Нет, не нужно осуждать психиатров, работающих с электродами. Их приемы необычны, со стороны порой кажутся жестокими, но это только со стороны: больные просят повторять раздражения. Поток импульсов, прояснив ум, доставляет столько приятных ощущений, что врачи опасаются, как бы пациенты не привыкли к электродному «эликсиру». Так что метод не столь уж страшен. И если доктор может ныне хоть ненадолго освободить тяжелого шизофреника от мании преследования, разрушить в его мозге безобразные галлюцинации — словом, вернуть обществу человека, то такой почин действительно дороже всего, даже мнения суровых критиков.

Разумеется, работа на старт- и на стоп-зонах требует большой осторожности. Врачи еще слишком мало знают об этих вулканических слоях мозга, чтобы без опаски углубляться в них. Более того, есть веские доказательства их разрушительной силы: три месяца почти непрерывного раздражения отрицательных зон привели обезьяну к прободной язве желудка.

Бывало, и люди испытывали волнение, страх, иногда боль. Мгновенно выключался ток, а участок болезненных ощущений попадал на особую заметку. Таких неприкасае-

мых структур нашлось немало, и нейрохирурги теперь старательно обходят их, но физиологи похода сделали еще одно, я бы сказал, отраднейшее открытие.

Мозг человеческий — прирожденный оптимист: положительных участков, этих бухт радости на его карте оказалось во много раз больше, чем островов отчаяния. Зоны светлых, радостных чувств захватили здесь почти все командные высоты. Их так много, что просто удивительно, почему люди иногда бывают мрачными.

Снова кора?

Да, никуда не денешься; и здесь эта мыслящая, интеллектуальная «прослойка» мозга руководит многомиллиардным коллективом нейронов. Одну эмоцию усилит, другую властно притормозит, а иной раз вдруг уступит нижележащим структурам и тогда чувства, как джинн из бутылки, с силой вырываются наружу.

Но кора начеку: тут же подминает их под себя.

Очень сильными должны быть эмоции, чтобы прорваться через этот заслон. Корковый механизм как бы сортирует их и, оценив, покопавшись недолго в памяти, дает визу на выход.

Отличное устройство! К сожалению, не всегда вовремя срабатывает, однако без него мозг, верно, выдавал бы «на-гора» много лишнего.

Но довольно эмоций. В чем смысл, назначение этих экспериментов, каково их будущее?

Очень заманчиво пофантазировать о кнопочном управлении психикой, рассказать о радостях, выдаваемых по рецепту врача, о станции, рассылающей своим клиентам позывные удовольствий, наконец, испугать читателя какими-нибудь радиоуправляемыми чудовищами с антенной на голове. Однако — делу время.

Под корой больших полушарий обнаружен эмоциональный фугас огромной силы: как установить за ним контроль, использовать эмоции на благо человека? Или хотя бы обезвредить, когда они взбунтуются?

Вопросы эти очень волнуют нейрофизиологов. И не только их: стихийная энергия мозга, выйдя из повиновения, порой грубо нарушает его деятельность. Микроэлектрод иногда может обуздать ее, вернуть мыслям ясность, душе —

покой, однако надолго ли? И где лежит граница между его целебной и пагубной мощью?

Точного ответа пока нет. Но кое-что известно. Уже сегодня физиолог безошибочно направляет скальпель хирурга, предупреждает врача об опасных участках мозга, где заложены разрушительные зоны, — как опытный лоцман, помогает провести больного через подводные камни операции.

Никогда еще изучение мозга не приносило такой ощутимой пользы, никогда экспериментатор не стоял так близко к больному, не был столь желанным гостем в клинике нервных болезней, в операционной нейрохирургического института.

Хирург — всегда немного больше анатом, чем физиолог, ему такой советник очень кстати. Даже в тех редких случаях, когда врач идет на сознательное разрушение подкорковых структур, за его спиной теперь незримо присутствует нейрофизиолог — поводырь и наставник каждого, кто вступает в этот загадочный лабиринт.

Однако что это за странные случаи, во имя чего хирург разрушает нежнейшую ткань мозга?

## **Операция — это фокус**

Операция идет к концу, а я, как в ночном полете, уже третий час слежу за руками хирурга, за каждым его движением, прокладывающим трассу в непроглядной тьме мозга. Вслепую, по каким-то особым приметам он целит в далекую мишень: скрытая под большими полушариями, она недосыгаема, неуязвима, но именно по ней нужно нанести беспромахный удар, чтобы спасти человека.

А мозг и впрямь что звездное небо — полон ориентиров. Наш «штурман» Александр Коновалов читает их с листа, я разумею, с рентгеновского листа: перед ним целая галерея снимков мозга и рядом циркуль, линейка, транспортир — набор, признаться, не совсем обычный для операционной.

Однако тут события разыгрываются сразу на двух столах — хирургическом и письменном. За одним врач решает судьбу человека, за другим — уравнения, от которых она зависит: успех приносит лишь точное попадание, а мишень меньше сантиметра и невидима.

Но вот расчеты закончены, прибор нацелен — в мозг мягко и быстро входит стальная трубочка. Еще снимок... Да, такой меткости позавидовал бы сам Вильгельм Телль: канюля в заданном ядре мозга!

Все на местах, хирург скомандовал: азот! Настал последний, пятиминутный этап операции — разрушение глубокой подкорковой структуры жидким газом.

Тишина. Все смотрят в одну сторону — на трясущиеся уже двадцать лет в неумном плясе руки больного. Минута... еще одна... Напряжение растет, но я знаю: это кульминация, сейчас начнется разрядка, спад, был бы только конец счастливым.

Все! Руки вдруг замерли, словно кто-то крепко схватил их, и спокойно легли на грудь.

Это похоже на чудо: дрожащий, беспомощный человек, чуть ли не полжизни пролежавший в постели, выздоравливает прямо на операционном столе. Он сам не верит своему исцелению: сжимает кулаки, машет руками, потом без усилий пожимает руку хирурга. И, наконец, улыбается.

Это надо видеть! Окаменелое лицо паркинсоника вдруг ожило, прояснилось, точно с него сняли маску.

Необычная, на всю жизнь памятная операция. Такая же удивительная, как и недуг, от которого она столь счастливо излечивает. Ведь паркинсонизм — одна из самых мрачных загадок медицины.

Распознанный полтора века назад, он до сих пор не выдал тайны своего происхождения. Вирусы энцефалита, наследственность, какие-то неведомые химические катаклизмы в мозге — что только не было на подозрении!

Но пока несомненно лишь одно: эта болезнь беспощадна, ее оковы пожизненны. Врачи не знают ни единого случая, когда бы она добровольно оставила свою жертву, а жизнь паркинсоннику действительно в тягость: он порой не может даже повернуться на другой бок, не в силах нажать кнопку, чтобы вызвать сестру. Оковы недуга — здесь не метафора, а главная форма его проявления. И вот один меткий удар сбивает их, возвращает обреченного к жизни.

Пусть мозг расплачивается за него собственной плотью, пусть избавление приносит пока лишь смерть нервных клеток, гибель целого участка драгоценнейшей ткани — все это

искупительная жертва, ведь здесь разрушение поистине во имя исцеления!

Я ловлю себя на парадоксе, но что делать, ими полна нынче медицина. Хирург целый час держит на привязи большое сердце, чтобы исправить порочный клапан, умышленно парализует дыхание, чтобы навязать легким спасительный ритм... Теперь жидким азотом он замораживает в центре мозга ядро величиной с горошину и тем излечивает неизлечимого.

Но, пожалуй, удивительнее всего, что это ядро не имеет прямого отношения к болезни. Удар, нанесенный на ощупь, мимо главного ее гнезда, каким-то образом попадает в цель, излечивает от паркинсонизма.

Снова парадокс?

Да, однако на сей раз невольный; хирурги просто еще не выяснили, где основной источник болезни, и потому перекрывают ее русло в одном из узких мест, обрывают здесь цепь, по которой мозг паркинсоника рассылает свои нескончаемые импульсы. Разрушенная «горошина» — важное звено на их пути к мышцам. Став ледяным шариком, она служит чем-то вроде изолятора, наглухо запирает болезненные сигналы. Но источник, эпицентр болезни операция не устраняет.

Да и есть ли у паркинсонизма какой-либо центр, эдакий постоянный генератор дрожательных импульсов? Скорее всего, они идут из многих мозговых структур, замкнутых в порочные круги. Операция размыкает одно из таких нейронных колец, потому так скор и разителен ее результат.

Вот пока и все объяснение. А теория... Что ж, со временем придет и она, несомненно придет. Но здесь как раз тот нередкий в медицине случай, когда практика, обогнав лабораторный эксперимент, не может медлить, ждать теоретического обоснования своих успехов.

Все, что лечит, хоть немного облегчает участь больного — без промедления в клинику! Ведь и рак, к сожалению, не относится к числу разоблаченных недугов, однако хирурги спасли от него не одну жизнь.

Паркинсонизм, конечно, не столь жесток, да и встречается реже, но не такая уж это экзотическая болезнь: только в Соединенных Штатах она поразила около полутора миллионов человек. И есть сведения, что каждый год к ним прибавляется еще сорок тысяч. А в странах, где временами



вспыхивают эпидемии вирусного энцефалита — основного поставщика паркинсоников, — число больных, вероятно, и того больше. Так что дрожательный паралич, хоть и не свирепствует на нашей планете, скажем, как сердечные недуги, все же выходит в разряд печальных рекордсменов: он уже сейчас насчитывает несколько миллионов жертв. Где искать им исцеления?

Пока только в операционной. Я говорю «пока», ибо сами хирурги мечтают о пилюлях, излечивающих паркинсонизм. И, право же, их можно понять. Операции на мозге всегда крайне напряженны, а в зоне, насыщенной жизненно важными ядрами, где любой просчет может повести к непоправимым потерям...

Судите сами, каким тут нужно обладать хладнокровием, какое это тяжелое испытание. И дело не только в ответственности — какой врач свободен от нее? — сама операция невольно вызывает чувство страха, когда стальной зонд, как нож в масло, уходит в глубь человеческого мозга.

Но другого здесь пока не дано. И сегодня у врачей один путь: совершенствовать хирургию глубоких слоев мозга, свети опасность к нулю.

Говорят, операция — это фокус, в котором преломляются мастерство, воля и мужество хирурга. Мне повезло: в операционную Московского института нейрохирургии я вошел как раз в тот момент, когда все эти качества были видны без увеличительного стекла. Я познакомился здесь с людьми талантливыми, мужественными и безгранично преданными своему делу. И ведущий хирург Эдуард Кандель — первый советский врач, исцеливший паркинсоника, и его помощники Александр Коновалов, Георгий Купарадзе — все они помнят слова основателя института Николая Ниловича Бурденко: «Ученый, понявший свою благородную миссию, никогда не должен и не может останавливаться на достигнутом. Пока дышит, он должен двигать науку. И лишь смерть освобождает его от этой обязанности».

Мне не удалось побывать в других клиниках, но я знаю: операция в пути. Она уже стала достоянием многих хирургов, тех умельцев, что ежедневным трудом своим подтверждают мудрые слова: нет безнадежных больных — есть надежные врачи.

## Возвращение интеллекта

— Чем вы больны?

— Чрезмерным здоровьем.

Из беседы с умалишённым.

Пушкин однажды посетил психиатрическую больницу. Брань, визг, звон цепей ошеломили поэта. Увидев больных за решеткой, он не выдержал, ушел... «Не дай мне бог сойти с ума» — впечатление этого страшного дня.

Не дай мне бог... Сто с лишним лет спустя я спешил тем же коридором к своему первому душевнобольному пациенту и, на ходу вспоминая пушкинские строки, заглядывал в палаты: как там теперь?

Оковы пали — это понятно, а решетки на окнах, а буйные больные, а дюжие дядьки со смиренными рубашками наготове? Все на прежних местах: шел тяжелый послевоенный год, клиники были переполнены, и почти никаких лекарств. В иные палаты врач не заходил неделями. Не то чтобы боялся, просто не мог ничем помочь, даже беседой: больные по многу лет не приходили в себя, теряли человеческий облик. Взглянув на них, я почувствовал все бессилие, ужас врача перед этими живыми трупами. Да что делать? О целебных препаратах в ту пору только мечтали, единственным орудием психиатра был шок — электрический или инсулиновый. Случалось, он помогал, жесточайшая встряска всего организма иной раз вырывала человека из мира бредовых идей, просветляла его разум, но какой ценой! После тридцати — сорока сеансов он становился слабоумным.

Коротка была практика в клинике психиатрии, но памятна. И когда пятнадцать лет спустя я снова шел знакомым двориком в отделение душевнобольных, ожидания мои были совсем безрадостны. Уж очень невеселые мысли навевал этот старый дом на Яузе.

Через несколько часов я вышел из него полный надежд.

В психиатрии переворот. Клиника, где лечат тяжелые расстройства мышления, от века слывшая чем-то вроде Содомы и Гоморры, теперь почти не отличается от терапевтической, нервной, любой другой; здесь такая же тишина, мир-

ные разговоры больных и, что отраднее всего, появились долгожданные лекарства, сотни новых препаратов — успокоителей и стимуляторов нервной системы. Они-то и произвели революцию в лечении душевных болезней, изменили не только облик психиатрического отделения, но и образ мыслей психиатра. Еще недавно отступавший перед множеством душевных недугов, он энергично и быстро выводит больного из безнадежного, как раньше говорили, необратимого состояния.

Безумие поддавалось лекарственной терапии!

Тут есть чему порадоваться, над чем поразмыслить. Не так уж много обнадеживающих вестей приходит из аптеки, не столь уж часто порошки и пилюли дают врачу повод говорить о крутом повороте, новом направлении идей.

А эти дали: с их появлением клиницисты получили целый набор ключей к аппарату человеческого разума, стали активно вмешиваться в его работу. Новые лекарства открыли им доступ в тончайшую химическую кухню мозга. И хоть действие препаратов порой еще малопонятно, в клинике душевных недугов они без преувеличения сыграли такую же роль, как пенициллин в гнойной хирургии, а стрептомицин — в борьбе с туберкулезом.

Многие тысячи душевнобольных людей испытали на себе их целительную силу, вернулись домой, трудятся — живут среди людей, ничем среди них не выделяясь. Тут такой же парадокс, как в лечении туберкулеза: самые трудные, неизлечимые формы недуга стали самыми податливыми.

И если врачи-инфекционисты порой говорят об эре антибиотиков, психиатр ныне вправе сказать, что его наука вступила в пору психофармакологии, лекарственной терапии болезней мозга. Даже тяжелейшая из них — шизофрения — поддается успокаивающему действию препаратов.

Мне вспоминается случай, когда талантливая художница вдруг стала подозрительной, пугливой домоседкой и как-то заявила, что ее гипнотизируют все встречаемые мужчины. Психиатр, которого она тоже приняла за гипнотизера, не сомневался: шизофрения, бред преследования. Что ждало раньше такую больную? «Палата № 6» на долгие годы. А со мной спокойно беседовала улыбчивая женщина: аминазин сократил ее лечение до нескольких месяцев. Беда только, что теперь она без него ни шагу, стоит отменить препарат, психоз одолевает ее с новой силой.

Да, тут ни прибавить, ни убавить: у новых препаратов, как у всех лекарств, свой предел, свои недостатки. Успокаивая больного, избавляя его от душевных страданий, они редко излечивают саму болезнь. Аминазин, например, лишь блокирует ее источник, скрадывает, как здесь говорят, зашторивает симптомы недуга. Но разве это так уж мало?

Я видел людей, измученных страхом, годами погруженных в какой-то обособленный, искаженный мир болезненных ощущений.

Большое благо творит врач, выводя их из этого королевства кривых зеркал!

Успокоители пришли в клинику совсем недавно, однако уже успели пройти все три, обычные для лекарственных новинок этапа: сперва ими восторгались, потом в них слегка разочаровались и, наконец, они заняли на аптечной полке свое законное, несколько скромнее, чем думали поначалу, место. Настала пора вдумчивого изучения, тщательного подбора этих удивительных препаратов к пестрым и разноречивым симптомам душевных недугов.

Тут тоже тьма трудностей. Испытывать лекарства и в терапевтической клинике не просто, а в психиатрии, где почти все болезни — сфинксы, врач подчас вынужден действовать наугад, вслепую искать уязвимое звено недуга. Вслепую врач нередко оценивает и результаты испытания. Ведь он порой не вправе даже сказать больному, чем лечит: мозг — орган необычный, на него можно повлиять и словом. Но это будет уже не лекарственная помощь, а внушение, психотерапия. В данном случае она помеха, и потому палатный ординатор часто сам не знает, что дает пациенту — сильный успокоитель или пустую таблетку, вкусом, цветом и даже запахом сходную с целебным лекарством.

Так психофармакологи исключают из эксперимента все побочное, привходящее — и добрые, но весьма субъективные чувства лечащего врача, и самовнушение больного, и предвзятость собственных суждений. Проверка препарата идет в чистом опыте.

Однако это лишь часть дела, и притом не самая сложная: кто стреляет целый день, иной раз и попадет в цель. А фармаколог должен знать механизм действия лекарства, видеть мишень, по которой он бьет. Тогда случайная находка обретает смысл, становится точным инструментом врача.

К сожалению, психофармакологи пока могут гордиться

лишь практическими успехами: почему успокоитель действует на мозг, в какие процессы вмешивается, где оседает — им неизвестно. Их ли это вина?

Разумеется, нет. Ведь и самим психиатрам неведомы причины большинства душевных недугов, места поломки миллиардноклеточной механики мозга. Не зря же они так часто подчеркивают, что лечат не болезнь, а состояние больного: угнетен — дают ему стимуляторы нервной деятельности, чересчур возбужден — в ход идут успокоители. Такая терапия, конечно, далека от совершенства. Да что поделаешь, если только одна шизофрения породила великое множество догадок.

Болезнь без адреса, часто без малейшего намека на анатомические изменения, какие-нибудь зримые следы, она до сих пор не связана с определенным поражением мозга. В поисках ее первопричины исследователи перебрали уйму химических веществ, гормонов, даже вирусы не избегли подозрения. А шизофрения — по-прежнему тайна.

Американские исследователи пошли на риск: они ввели добровольцам особый белок, выделенный из крови шизофреников. Через десять минут у здоровых людей начался настоящий психоз: один страдал манией преследования, другому стали слышаться какие-то голоса, третий оцепенел...

«Я не могу думать... Мысли обрываются... Мозг пуст», — говорили подопытные люди. Удивленные, растерянные, потом вялые, с пустым взглядом душевнобольных, они два часа пробыли в бреде, и даже бывалые психиатры не могли отличить их от настоящих шизофреников.

Но вот эксперимент окончен, добровольцы пришли в сознание, а источник болезни все еще скрыт. На что подействовал ядовитый белок, где, на каком этаже мозга точка его приложения, да и в нем ли дело?

Ведь врачи знают теперь десятки веществ, вызывающих временные психозы, но ни одно из них не признано подлинной причиной шизофрении. Вероятно, и этот белок — не единственный источник болезни.

Двум близнецам, страдавшим шизофренией, перелили здоровую кровь; один успокоился, а другой так и не вышел из бреда, видимо, недуг его зависел не только от ядовитых выделений, обнаруженных в кровяной сыворотке. Скорее наоборот, кровь нагрузилась токсинами, потому что где-то в глубине мозга были нарушены важные межклеточные свя-

зи, оборвана цепочка ферментных реакций. И вполне вероятно, тайна шизофрении именно в этом разладе, в постоянной нехватке химических посредников, связистов мозга.

Но в чем же тогда назначение успокоителей? Могут ли столь различные вещества воссоединить разобщенные детали аппарата мышления, наладить прерванные процессы?

Похоже, иногда могут, во всяком случае уже сейчас известно, что некоторые препараты влияют как раз на ту часть мозга, где сконцентрированы вещества-передатчики. Быть может, действие иных успокоителей, вроде резерпина, и состоит в энергичном подталкивании таких связистов к клеточным механизмам мышления, в восстановлении химической лаборатории разума. А препараты, наподобие аминазина, видимо, блокируют аккумулятор мозга — его сетчатую структуру, как бы отключают кору больших полушарий от главного источника питания. И, погасив ее электрическую активность, выводят человека из болезненного бреда.

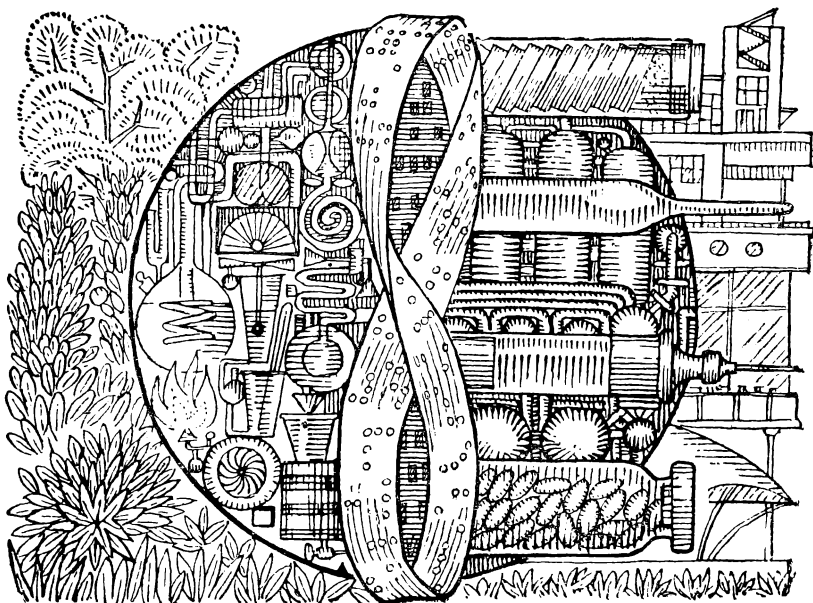
Все это, конечно, догадки, рабочие гипотезы, но ведь без них в науке не проживешь. Мне могут возразить, что они дают слишком большой простор для фантазии. И то не худо: кому нынче нужны гипотезы, по которым можно вещать только абсолютные догмы?

Большие открытия чаще всего делают люди, не отягощенные грузом бесспорных истин.

Мозг ждет таких исследователей. Десятки лет ушли на изучение его центров, ядер, проводящих путей — всех разрозненных деталей аппарата разума. Теперь пришло время собрать их воедино, создать цельную картину мозговой механики. Тогда и поломки ее станут вполне исправимы.

Но не стану забегать вперед: работа не из простых, да и началась только. Ведь эксперименты на сетчатой структуре, на «взрывчатых» зонах, исцеление паркинсоников, психофармакология — это лишь почин. Он тем и дорог, что открывает новые подходы к самой сложной и причудливой в мире машине — человеческому мозгу. А еще великий Сеченов говорил, что тут нужно быть скромным и осторожным в заключениях.

Последуем его совету.



## ХОЖДЕНИЕ ЗА ЧУДОМ

Как бы ни были близки, понятны и даже приятны друг другу врач и больной, между ними — аптека. С каким бы мастерством, пронизательностью, талантом ни распознал доктор болезнь, все его старания будут сведены на нет неизменной колодой лекарственных прописей. Аптека никого не щадит, мудрый клиницист иной раз терпит здесь неудачу, горюет рядом с начинающим подмастерьем. Бессильные перед болезнью, они равны перед больным.

Тут нет никакой врачебной тайны: лекарствами медицина богатеет год от года, но в чем их целебная сила, куда она

нацелена и, наконец, где, в какой клетке, быть может, молекуле тела скрыта точка ее приложения — об этом известно очень немногое.

Выписывая какие-нибудь порошки или таблетки, врач, конечно, стреляет не вслепую. Однако он никогда не уверен, что заряд его угодит в цель. И потому часто бьет дробью, означает два, три, пять лекарств... Помню, как тщательно выписывал я лесенкой экзотические названия трав, изощрялся в подборе разных настоев и отваров, пока не услышал от старенького провизора:

— Длинный рецепт, коллега, свидетельствует о краткости врачебного опыта.

Я не сразу понял тогда: о чем, бишь, он? Но сколько раз вспоминал потом этого аптечного колдуна со ступой, когда мучительно и почти всегда без успеха искал точный смысл своих назначений. Ведь те латинские письма, что я аккуратно выводил на полоске бумаги, ровным счетом ничего не говорили мне о судьбе лекарств в человеческом теле, я не мог даже примерно представить себе подлинный механизм их воздействия на больной орган, порой сомневался, доходят ли они вообще до намеченной мишени.

Да, старый аптекарь был прав: рецепт — пожалуй, самое злополучное изобретение медиков. Не потому, конечно, что его трудно выписать без промаха, просто на этом белом клочке врач всякий раз видит, как высок еще барьер между его «хочу» и «могу», как велика разница между привычным взглядом на лекарства и скрытым их действием.

Мало, до обидного мало знает врач об истинной механике исцеления. А ведь именно от нее зависят все его поступки, к ней прикованы его мысли, когда, распознав болезнь, он ищет, перебирает в уме всевозможные пути, приемы, средства лечения — вырабатывает врачебную тактику.

Врач хочет исцелять быстро, безопасно, наверняка, он мечтает о лекарстве, что станет в его руках ключом, открывающим глубинные источники здоровья. Но, увы, подобрать этот золотой ключик ему удастся далеко не всегда. И беда тут не только в сложности живой механики тела — само лекарство задает порой труднейшие загадки, вступает с организмом в какие-то таинственные, неуловимо тонкие отношения.

Я попробую рассказать вам о них, ввести вас в удивительный мир, где ничтожная молекула решает иной раз судь-



бу человека. А оттуда, из этой микроскопической лаборатории жизни, наш путь лежит в лабораторию химическую, где исследователь конструирует лекарство, заранее определив ему мишень, в клинику, где врач, нащупав механизм болезни, безошибочно предсказывает средство исцеления. И повсюду мне хочется провести вас через все испытания мысли, через лабиринт, который она одолела, чтобы спасти человека, вернуть пораженный ход жизни к норме.

## Взлет

Никто сейчас точно не помнит, когда он впервые появился в клинике, но все знают, что именно с того дня, может быть, часа в медицине началась новая эра. Ее так и называют — эра пенициллина, эпоха антибиотиков.

Немного пышно для каких-нибудь двух десятков лет, однако вполне справедливо: ни одно лекарство, ни один препарат не дали медику такой власти над болезнями, не помогли ему отстоять столько человеческих жизней.

Я и теперь не могу забыть палату, где в конце войны собрались самые трудные, можно сказать, безнадежные хроники. То было отделение гнойной хирургии, и на утренних обходах мы всякий раз, склонив головы, шли мимо одной-двух опустевших коек. В ординаторской уж никому не резала слух короткая, но убийственная фраза: инакурабельный, неизлечимый случай. Больные латыни не знали, они говорили о себе проще: доходяги.

Пенициллин вошел в нашу жизнь каким-то сказочным спасительным чудом. Взметнувшись последний раз, опали на температурных листках крутые пики, реже пустели койки в палате безнадежных, на дворе пилила дрова команда выздоравливающих. А ведь отсюда в лучшем случае уходили без руки или ноги.

Потом я перешел в чистую хирургию и, ассистируя на операциях, удивлялся неожиданному ходу своих мыслей: вот стою здесь, запечатанный в стерильную одежду, подаю шефу трижды прокипяченные щипцы, зажимы, расширители, боюсь даже дыхнуть, чтоб не занести в рану какого-нибудь ничтожного микроба, а зашьют ее, отвезут больного в палату, и дежурная сестра тут же начнет впрыскивать ему

пенициллин — препарат, добытый опять-таки из микроорганизма. Пусть из другого, безвредного, однако не сразу привыкнешь к такому крутому повороту врачебной тактики: микробом бить микроб!

Зато бациллы уловили эту перемену гораздо скорее, чем нам хотелось, и стали приспособляться, вырабатывать против антибиотика разрушительный фермент. За первым успехом началась полоса неудач.

Врачи самых разных специальностей печатно, устно, на съездах и конференциях сообщали о своих огорчениях: то пенициллин не защитил от микробов рану, то спасовал при ожоге и, пропустив бациллы в кровь, не смог уж отстоять человека, а иной раз новый препарат и вовсе отступал перед пневмонией, обыкновенным воспалением легких.

Тут было чему огорчаться, над чем размышлять. Болезнетворные микробы, можно сказать, на ходу осваивались со своим неожиданным противником и успешно противостояли ему; медики разом заговорили о каких-то особых, пенициллиноупорных бактериях.

Особенно часто поминали они лихом золотистый стафилококк — микроб очень стойкий и опасный. Внезапно появляясь то в хирургическом, то в родильном отделении он действовал почти всегда безнаказанно. Стафилококк настолько свыкся с палатным климатом, что его порой называли больничным микробом. От рода вооруженный ферментом-разрушителем, он одолел пенициллин в первой же схватке. И сколько потом ни находили новых антибиотиков, неуязвимый стафилококк сокрушал их своим ферментом, словно боксер, получивший перед боем третью руку.

Пенициллин, конечно, не сошел с аптечных полок. Поверженный одним микробом, он по-прежнему бил насмерть множество других. Но пример стафилококка оказался заразительным: иные бациллы, подвластные антибиотику, стали тоже вырабатывать защитный фермент, обзавелись чем-то вроде белковой кольчуги. Просто обидно было видеть, как быстро размножались они в присутствии пенициллина, с какой яростью сопротивлялись целебному препарату.

Однако природа брала свое: в схватке с антибиотиком выковывались всё более свирепые породы болезнетворных бацилл. Вызванные ими недуги были на редкость прилипчивы, протекали особенно тяжело. Словом, открытие пенициллина — лекарства поистине чудодейственного — на гла-

зах обернулось очередным медицинским парадоксом: спасительный препарат стал приносить людям зло.

Впрочем, медиков такой оборот дела не очень обескуражил. Привычные к сюрпризам лекарственной терапии, они тут же начали искать, улучшать, испытывать новые антибиотики. Что только не побывало в их руках за эти двадцать лет, где только не побывали они сами в погоне за целительным грибом!

Биолог копался во влажной, кишящей микробами земле малайских джунглей, опускался на морское дно, летал в стратосферу, мчался на раскопки древних курганов — и всюду брал пробы, изучал образцы почв, ила, нефти, рылся даже в гнилых овощах: не здесь, ли, наконец, ждет его удача?

А она не шла. Тысячи, да нет, сотни тысяч опытов нужно было поставить, чтобы найти хоть одну спору этой драгоценной плесени.

Грибок и в самом деле оказался весьма драгоценным: одна иностранная фирма потратила на поиски нового антибиотика десять миллионов долларов, ее сотрудники взяли сто тысяч проб земли, прежде чем им удалось отобрать ту единственную, где жил будущий производитель целебного препарата — тетрациклин.

Случались, правда, и более дешевые, иной раз просто счастливые находки. Американские микробиологи, верно, до сих пор помнят одну на редкость удачно купленную дыню. Гнилая, заплесневелая, она неожиданно стала источником очень ценного, как говорят селекционеры, высокопродуктивного штамма пенициллинового грибка.

Англичанам на первых порах тоже повезло. Во время налета немецких бомбардировщиков на Лондон один ученый соскоблил со стены институтского убежища зеленую плесень, из которой вскоре стали получать отличный антибиотик. Разумеется, в обоих случаях грибок не сразу попал в заводской чан, биологи еще долго совершенствовали его, поднимали активность, попросту говоря, улучшали породу дикаря. И все же то была редкостная удача.

К сожалению, она сопутствовала исследователям лишь в самом начале работы, когда они, можно сказать, не выходя из дому, пополняли набор лечебных плесеней. Но чем дальше биологи углублялись в этот пестрый и загадочный мир, чем энергичнее они изучали его микроскопическое население, тем меньше выпадало на их долю счастливых на-

ходок. Период случайностей, внезапных взрывов миновал, начался долгий, утомительный поиск.

...Я не стану обременять вас цифрами, скажу только, что в погоне за новыми антибиотиками биологи каждый год испытывают десятки тысяч разных микробов и грибов, тщательно «просеивают» в своих лабораториях всевозможные препараты из рыб, морских животных, однажды даже забрались в клюв цыпленка и добыли оттуда превосходную породу грибковых производителей стрептомицина — антибиотика, совладавшего с самой туберкулезной палочкой!

Однако всему есть предел. Вероятно, и природным запасам целительных микробов. Во всяком случае, их главный источник — почва почти исчерпана, все, что можно, из нее добыто. Видно, не так уж велика наша планета, чтобы вечно снабжать биологов свежими выводками лечебных грибов. И хоть исследовательская фантазия по-прежнему изобретательна, то и дело подсказывает остроумные эксперименты, самые невероятные места поиска, каждый успех дается теперь лишь тяжелым, многолетним трудом. А за последние годы, как ни велик размах работ, ученые вообще не нашли ни одного по-настоящему нового антибиотика. Повсюду идет кропотливый отбор, улучшение старых, проверенных штаммов.

Но даже возделанные старательной рукой селекционера, они часто бьют мимо цели. Бациллы ведь тоже постоянно совершенствуют свое оружие. И чем более сильные антибиотики подбирают ученые, тем энергичнее, быстрее растет сопротивление болезнетворных микробов, тем чаще появляются среди них устойчивые, неподдающиеся породы. Это нескончаемое состязание исследователей с бациллами чем-то напоминает схватку жюльерновских героев Барбикена и Николя: пока один изобретал снаряд помощнее, другой успевал защититься новой, непробиваемой броней.

К тому же «снаряды», которыми стреляют врачи, не всегда безопасны. В медицинских журналах то и дело появляются статьи, призывающие к осторожному обращению с этим сильным оружием: новые препараты снижают естественную сопротивляемость организма, порой отравляют его, вызывают нарушения обмена веществ, нехватку витаминов.

Медики не скрывают эти печальные осложнения от больных и озабоченно обсуждают в своем кругу. Несколько лет назад в одном солидном парижском вестнике появился даже

отчет с коротким, выразительным заголовком: «Злодеяния антибиотиков».

Быть может, это необычное словосочетание в какой-то мере объясняется темпераментом французского коллеги, но доля истины здесь есть: противомикробные и ядовитые свойства антибиотика иногда нарастают одновременно.

Биологи, естественно, отбирают самые безвредные штаммы, но тут, как назло, падает целебная сила препарата. Так что порой не сразу поймешь, что большее зло: дать больному мощный, но токсичный антибиотик или оставить его во все без помощи?

Вероятно, каждый врач решает этот трудный вопрос по-своему, но селекционерам, фармакологам, химиотерапевтам — всем, кто изобретает новые лекарства, он не дает покоя уже много лет. Ведь от них, только от них, медики ждут препаратов сильных, безопасных, одним ударом уничтожающих любых микробов, в том числе и упорного стафилококка.

Впрочем, о нем-то сейчас больше всего и говорят: с покорением этого упрямяца связано одно удивительно интересное, можно сказать, переломное открытие.

Я не верю в неожиданные находки, такие лотерейные выигрыши ученых. Ньютон, вероятно, съел много яблок, прежде чем стал размышлять, догадываться о причине их падения.

В биологии такое бывает еще реже. Даже самый удачливый из экспериментаторов, гений счастливого случая Пастер не верил в свою звезду, уж он-то хорошо знал: в области наблюдений удача выпадает лишь на долю подготовленных умов. В наши дни это правило почти не знает исключений. Ведь все простое давно сделано, осталось самое трудное. Но тут события действительно начались с внезапного скачка, счастливого прозрения экспериментаторов.

Двадцать лет люди делали пенициллин, тысячи дней провели у чанов, где грибок иногда исправно, порой капризная, требуя особой пищи, наработывал свой целебный сок. Эти процессы стали настолько привычными, что биологи старались только не нарушить их размеренный ход, не заразить породистый штамм какими-нибудь вирусами, не лишить его обычного рациона.

И вдруг — эврика! Пенициллин, оказывается, совсем не

всегда пенициллин. Стоит подsunуть грибку чуть иную пищу, он производит какое-то другое вещество. Очень похожее на антибиотик, построенное почти из тех же химических деталей, оно тем не менее шадит микробы. Даже самые слабые, легкоуязвимые бациллы чувствуют себя рядом с ним в полной безопасности.

Поначалу открытие казалось не очень интересным, даже грустным. Да и чему тут было радоваться? К тысячам неактивных антибиотиков, препаратов-пустышек прибавился еще один музейный экспонат. Но так думали недолго. Ибо как только к пустышке добавили одно несложное соединение, она мигом превратилась в настоящий пенициллин.

Загадочное вещество, выделенное грибом, оказалось ядром пенициллиновой молекулы. От роду лишнее важной цепочки атомов, этакой висящей сбоку химической дубинки, оно почти утратило власть над бактериями.

Безжизненный, оголенный ствол антибиотика был чахл, как дерево с обрубленными ветвями. Но стоило прирастить к нему утраченную ветку, включить в молекулу недостающие атомы, она тут же обретала боевую форму, становилась деятельным пенициллином. Достроенный, он обрушивался на микробы с прежней энергией.

Так был выделен наконец химический остов, костяк пенициллиновой молекулы. Полученный из него антибиотик почти ничем не отличался от старого, до мелочей изученного пенициллина. Оба препарата — свежеизготовленный и обычный, наработанный грибом, — били одних и тех же бацилл, сходно реагировали с разными веществами, словом, вели себя как близнецы-братья.

Но была и разница, очень важная и знаменательная.

Новый пенициллин появился на свет неполноценным, обглоданным ядром. Биолог сам достроил его, впервые собственноручно вмешался в сокровенный синтез молекулы этого антибиотика. И, проникнув в тайную кухню природы, уловил ее тонкости, отнял у грибка монополию на изготовление ценнейшего лекарства.

Грибок, правда, не пострадал; никто пока еще не в силах соперничать с этим искусным мастером биологического синтеза. Но дело тут в другом. Достраивая пенициллиновую молекулу, ученые поняли, что ее можно улучшить, сделать из ядра не обычный, а какой-либо иной, быть может, более сильный антибиотик.

На редкость удачная, прямо-таки золотая идея осенила биологов.

В самом деле, кто сказал, что у пенициллина всегда должно быть одно строение, навечно застывшая формула? Ведь сама природа изготовила несколько видов этого антибиотика и каждый снабдила особой цепочкой атомов. Остов, молекулярный ствол у всех природных пенициллинов постоянный, а узор химических ответвлений различен.

Так, может быть, последовать этому примеру, прикрепить к ядру какую-нибудь неожиданную цепочку, да не одну, а испробовать сотни, тысячи разных вариантов? Вдруг один из них превзойдет естественный пенициллин, окажется все-сокрушающим препаратом, богатырем среди пенициллинов!

С той поры в изучении антибиотиков наступил долгожданный перелом: от слепого поиска, терпеливого ожидания удачи исследователи перешли к проектированию целебных лекарств, стали переделывать природные молекулы, кроить их на свой лад.

И сразу столкнулись с трудностью: прежде чем достраивать остов пенициллина, его следовало добыть.

Среди химиков началась настоящая погоня за пенициллиновым ядром. Сначала они попытались синтезировать его искусственно—вышло дорого, хлопотно и технически очень сложно. Тогда вернулись к плесени, перепробовали множество микроорганизмов и нашли наконец грибок, исправно отливавший эти самые ядра. Нужно было только вовремя прервать его деятельность, не дать ему самостоятельно достроить молекулу. А если уж достроил, биологам приходилось вылуцивать из нее ядро, как бы обрубать у ствола лишние ветви. Ободранная особым ферментом до скелета, молекула снова шла в дело.

Так они и трудились: грибки поставляли химический остов, становой хребет пенициллина, а ученые всякий раз примеряли к нему очередную цепочку атомов, пытались подобрать антибиотик «дубинку» покрепче. Ядро очень легко входило в контакт с самыми разными соединениями, за короткий срок было получено несколько сотен новых пенициллинов. Все они тут же проходили проверку на животных, но, увы, не обнаружили особого превосходства над старыми препаратами.

Биологи продолжали бороздить этот океан химических формул, слишком велик был соблазн выудить в нем хоть одно мощное, по-настоящему надежное лекарство.

Когда счет таких заказных пенициллинов перевалил за тысячу, появилось легкое разочарование: почти все они оказались намного слабее природного антибиотика, а некоторые просто позорно отступали перед самыми пустяковыми бактериями. Даже побежденные, давно побитые пенициллином микробы легко одолевали всех его искусственных собратьев.

Мечта биологов о синтезе всесильных препаратов рушилась на глазах. Грибок выигрывал у экспериментаторов и это, решающее состязание; казалось, вот-вот они бросят свою затею, признают себя побежденными. Но однажды...

Однажды ученые, потерпев очередную неудачу с одним из вновь синтезированных пенициллинов, уже собирались выплеснуть его на помойку. И тут кому-то пришла мысль испытать его напоследок на золотистом стафилококке.

Безрассудная, пустая с виду затея. Ведь не было почти никакой надежды, что столь слабый препарат, насущный даже перед поверженными микробами, вдруг одолеет неуязвимого стафилококка.

А он одолел! Пенициллин, биомицин, тетрациклин — все аптечные знаменитости отступили, а этот никому не ведомый пришелец из мира формул нокаутировал микробного чемпиона с первого удара. Да еще какого удара! Он бил стафилококка в полторы тысячи раз сильнее, чем все остальные антибиотики. Это означало, что его лечебная доза будет гораздо меньшей. Если вспомнить о ядовитых свойствах всех этих препаратов, такое начало сулило медикам поистине замечательное лекарство. Они поспешили испытать его силу на животных.

Успех, полная победа! Мыши, кролики, свинки, зараженные самыми злыми формами стафилококковых инфекций, выздоровели с первого десятка уколов. Препарат и здесь, в живом теле, совладал с упрямой бактерией. Теперь ему предстояла последняя проверка — в клинике, на больных людях.

Новый антибиотик попробовали при сепсисе — общем, иногда смертельном заражении крови. Вылечил! Без увеличения спас тысячи жизней. Перешли к ожогам, раневым инфекциям — и всюду удача, исцеление, жизнь.

Так в недрах химических соединений ученые добыли мощный, действительно чудодейственный антибиотик — ме-



тициллин. Способный выдержать разрушительный натиск микробного фермента, как бы сковать «третью руку» стафилококка, он стал незаменимым, истинно спасительным лекарством.

Метициллин исцелил больных от тяжких недугов, а исследователей — от неверия в избранный путь. Теперь биологи убедились: расчет был точен. Прикрепив к пенициллиновому ядру боковую цепочку редкостного узора, можно обмануть, как бы поймать на этот незнакомый крючок самого изворотливого микроба.

Тут стоило, очень стоило трудиться дальше, искать другие варианты цепочек, менять их места в молекуле и, конечно, расшифровывать формулы всех найденных в природе антибиотиков. Подряд всех, ибо никто не знал, какой из них можно синтезировать, перестроить, сделать сильным и послушным орудием врача. Ведь хождение за антибиотиками только началось; каждое открытие тут не итог, а лишь начало поиска, и если наш старый, добрый пенициллин вдруг обернулся этаким кладезем новых, как теперь говорят, полусинтетических препаратов, то сколько же других антибиотиков ждут своей очереди в мастерскую биолога, сколько ему предстоит еще переделать разных молекул!

Вот уже совсем недавно биохимики извлекли неактивное ядро из цефалоспориона и, привесив к нему цепочку атомов, получили препарат, подавивший не один, а сразу несколько видов бацилл. Из пенициллина тоже удалось приготовить антибиотик, бьющий разных микробов, и, надо полагать, ученые не остановятся, пойдут дальше: за такими лекарствами будущее.

Быть может, я забежал далеко вперед, ведь на этом пути медики одержали только первые победы, но, что говорить, он очень заманчив и перспективен.

За три года — три новых антибиотика! И это в самом начале работ, когда биологи конструируют лечебные препараты, можно сказать, наугад, почти ничего не зная о механизме их целебного действия. Да и как узнаешь, если микробная клетка после встречи с антибиотиком похожа на самолет, потерпевший аварию. В грудке обломков, изуродованных деталей исследователь должен отыскать первопричину катастрофы, указать прямого виновника гибели микроба.

Биохимики пытаются решить эту задачу по частям, они сдирают с бацилл оболочку, как бы свежуют их, чтобы изучить молекулярное строение микробной шкуры. И потом проектируют лекарственную молекулу, способную пробить брешь в клеточной стенке, уничтожить бактерию. Такие препараты с заранее заданными, как бы предсказанными свойствами со временем, вероятно, заменят много естественных антибиотиков, а пока...

Пока ученый стремится поточнее скопировать природу. И достиг здесь немалых успехов.

Антибиотик левомицетин одним из первых перешел в полную власть химиков. Расшифровав его формулу, они восстановили природную молекулу во всех деталях, так сказать, заново синтезировали это лекарство. И, проверив его целебную силу, пустили на поток. Теперь препарат синтомицин нарабатывается не плесенью — прародительницей этого нового антибиотика, — а на конвейере химического завода.

Иной удивится: к чему это разорительное соревнование с грибом? Не проще ли брать у него все в готовом виде, пользоваться только естественными антибиотиками?

Нет, не проще, и порой выходит куда накладнее. Тут даже не в селекционерах дело, не в их дорогостоящих, часто безуспешных поисках. Сами грибки очень привередливы, нередко болеют, требуют особого ухода, питания, постоянной температуры и в конце концов не так уж много дают взамен. Во всяком случае, гораздо меньше, чем нужно врачам.

На заводе все иначе. Капризная плесень уступает здесь место точно выверенным химическим реакциям. Молекула антибиотика обростает атомами не по прихоти грибка, а в согласии с заданным режимом.

Разумеется, везде свои трудности, но если конвейер налажен, ему не страшны никакие вирусы, не нужна особая диета. Препарат идет безотказно, стоит недорого, и, главное, его много.

Ни один грибок не выдержит такой конкуренции. Жаль только, что сегодня ему не с кем соревноваться: синтомицин — почти единственный цельносинтетический антибиотик. Остальные еще в пробирке исследователя. От нее до конвейера долгий путь.

Собрать молекулу природного вещества, скопировать

естественный образец нынче не так уж трудно. Куда сложнее отработать массовое воспроизводство этих молекул, пустить их в тираж. И сохранить при этом целебные свойства препарата. А то не раз уж бывало: определит химик формулу антибиотика, точнехонько, словно по чертежу восстановит в пробирке все его детали, а лекарства нет. Не лечит никого эта искусственная молекула, и все тут. Так что с природой спорить нелегко. И еще труднее улучшать ее.

Синтомицин, например, биохимики до сих пор не могут переделать, усилить добавочными атомами. Антибиотик этот, точнее говоря, его естественный предок — левомицетин, будто родился в готовом виде. Сколько ни меняют его формулу, какие ни пристраивают к ней цепочки, природный вариант остается самым активным.

Такая же история с мощным противотуберкулезным антибиотиком циклосерином. Синтезированный в пробирке, затем на производстве, он так и остался зеркальной копией естественного эталона. И потому медики получают сейчас два равноценных препарата: один изготовлен грибом, другой — на химическом заводе. Кто из них победит, вытеснит конкурента, — покажет время, но пока в выигрыше больные: циклосерин подавляет коховскую палочку даже в тех случаях, когда перед ней бессильны испытанные средства — фтивазид, ПАСК и стрептомицин.

Биологи, естественно, стали искать механизм столь разительного эффекта и обнаружили его в оболочке микроба, вернее, в ее жалких остатках. Разрушив клеточную стенку, циклосерин помешал бацилле облечься в эту непроницаемую кольчугу. Слово по чешуйке распарывая микробный панцирь, он притормозил здесь выделку белков, испортил массу аминокислот и в конце концов обезоружил бактерию, оставил ее голой среди атакующих молекул.

У стрептомицина иная тактика, он разрушает более тонкие, глубоко упрятанные детали белковой фабрики микроба, но часто не может добраться до них, сладить с восковой оболочкой бациллы. Закованная в эту броню, бактерия живет годами: она неуязвима. Циклосерин все-таки настиг и сокрушил ее.

Вероятно, коховская палочка со временем приноровится и к нему, но ученые не ждут, готовят на нее новую, еще более крепкую узду. И поиск идет уже не вслепую, не среди тысяч загадочных веществ, а целеустремленно, со знанием

мельчайшей структуры каждого антибиотика, с учетом молекулярных механизмов его целебного действия.

Так работают сегодня биолог и химик. Очень несхожие в методах, порой круто расходясь во взглядах, они не заменяют, а лишь дополняют друг друга. И, соревнуясь, учатся у природы.

Время мерит годы. Уже далеко отодвинулся, почти забыт день первой встречи с удивительным грибом. За двадцать лет об антибиотиках написана целая библиотека книг, статей, диссертаций, вслед за пенициллином из пучины химических соединений вышло еще тридцать три богатыря, а я все не устаю восхищаться этим великолепным взлетом человеческой мысли, стартовавшей в будущее медицины.

## **Философия поиска**

Радость и в науке живет рядом с печалью. Я не раз вспомнил эту истину, пока читал, беседовал, думал о лекарствах против рака.

Никогда еще не приходилось мне слышать столько обнадеживающих и горьких слов, разноречивых мнений и прогнозов. Нигде не встречал я такого глубокого оптимизма и разочарования, столь смелых и осторожных идей. Казалось, тут каждый шаг отмечен сомнениями, оплачен миллионом терзаний.

Да, поиски противораковых средств — это действительно хождение по лабиринту. К счастью, уже не на ощупь — с открытыми глазами продвигаются ученые к цели, и все-таки часто, увы, слишком часто попадают в тупик. Выход найдется, не может не найтись, но до чего же долгод, мучителен этот путь!

Я хочу рассказать вам о нем, описать здесь мытарства ищущей мысли, провести вас ее петлистыми ходами — словом, хочу, чтобы эти минуты вы прожили вместе с моими героями, оценили их труд, поняли затруднения.

Нет зрелища отрадней, чем гибель раковых клеток. Когда на темном экране одна за другой, словно в фильме с убийствами, никнут, растворяются эти зловещие тени, побе-

да кажется совсем близкой. Но гаснет экран, а с ним и чересчур большая надежда.

Самые волнующие, уникальные кадры этого фильма были сняты в стеклянной камере, где плавали большие клетки. Здесь шла первая прогонка, проба сил нового препарата. Не в человеческом теле, не в открытой схватке с опухолью, а на живом ее макете—нескольких изолированных клетках—одержал он столь важную победу.

Бой был явно неравен, в организме он идет совсем по-иному, порой с большим перевесом на стороне бунтующей ткани. И потому не удивительно, что тысячи таких подающих надежды препаратов терпят от рака сокрушительное поражение во втором круге борьбы, когда дело доходит до испытаний на животных. Отсев так велик, что на последний этап, в клинику, проходят считанные единицы.

И тут начинается самое загадочное: вещество, спасающее от верной смерти мышей, свинок, кроликов, ничем не помогает больным. Целебное для животных, оно бесполезно людям.

Бывает еще обидней: препарат намертво бьет человеческую опухоль, привитую какому-нибудь хомяку, губит ее семена, посеянные в курином зародыше, а самого человека оставляет на произвол судьбы.

Как шагреневая кожа, сжимается список испробованных веществ. Но даже те немногие, что остаются, доставляют врачам еще массу хлопот.

По дороге из лаборатории в клинику лекарства буквально на глазах меняют назначение. Никогда нельзя предсказать их судьбу в теле, угадать, какой опухоли отдадут они предпочтение, какие ткани или органы изберут своей постоянной мишенью.

И снова следят ученые за прихотями целительного вещества, изучают его взаимоотношения с самыми разными формами рака.

Тут что ни шаг — неожиданность. Один новый советский препарат в эксперименте с крысами наповал сразил клетки перевивной саркомы. Совсем немного времени понадобилось ему, чтобы лизировать, почти целиком растворить эту злейшую из опухолей. За столь славный подвиг врачи назвали его сарколизинном. Но, видимо, поспешили: беспощадный к крысиной саркоме, препарат почему-то обходил стороной человеческую, помогал лишь при одной редкой форме.

Зато он внезапно ударил по другой опухоли — семиноме. И что особенно обрадовало медиков, достигал ее клетки в самых укромных уголках тела, стал отличным ловцом странствующих зерен рака.

Сарколизину повезло: хоть и необычным путем, он все-таки вошел в клинику. Но лабораторные зверьки не раз еще сбивали ученых со следа, путали все их расчеты. Иной препарат, казалось, и вовсе никому не пригоден, даже мышь вылечить не смог, и вдруг из больницы весть: активен при лимфогранулематозе, смиряет взбесившиеся клетки лимфатических узлов.

Как же тут быть, на чем испытывать этот нескончаемый поток химических соединений, антибиотиков, гормонов, каким фильтром процеживать его, чтобы среди тысяч мнимых лекарств не проглядеть истинно спасительное средство?

Нет такого фильтра да и вряд ли когда-нибудь сыщется. Ведь все эти свинки, кролики, мыши настолько далеки от человека, так чужды ему биологически, что каждая находка, каждое лекарство, выловленное с их помощью, выглядит чудом, золотой рыбкой в неводе удачливого рыбака.

Даже обезьянья опухоль не может служить надежным мерилom при отборе противораковых средств. Ибо пока ученый экспериментирует на животных, пытается мысленно перекинуть мостик из лаборатории в больничную палату, его постоянно одолевает сомнение: есть ли здесь какая-нибудь связь, зависит ли вообще целебное действие препарата от таких испытаний?

Законное, очень веское сомнение. Стоит исследователю отбросить его, поверить в непогрешимость своих опытов, он тут же попадает в заколдованный круг, лечит лишь одну, им же самим смоделированную опухоль.

А их тьма! И не экспериментальных, а настоящих, человеческих. У каждой особое строение, неповторимая химическая кухня, каждая ждет своего лекарства. Как же, наконец, подобрать его, чем выловить в океане формул и соединений?

Сегодня этого не знает никто. Путь из лаборатории в клинику, хоть и выглядел прямым, оказался не самым коротким. Проторенный бесчисленными экспериментами, он все-таки привел в тупик. Не думайте, что исследователи

смирились, останутся здесь навек; они отыскиали уже уйму обходных маневров, можно сказать, обшарили все закоулки и нашли несколько хитроумных ходов, но нечего скрывать: все эти имитации, подделки, лабораторные модели рака очень мало напоминают его истинный облик. Испытывать на них противоопухолевые препараты — все равно, что искать средство от тифа в надежде вылечить им туберкулез.

Мыши, кролики, обезьяны... Неудача за неудачей. Ученые уже почти свыклись с мыслью, что человеческий рак неподражаем. И все же не оставили попытки воспроизвести его, найти для лекарственных препаратов более точный си-ломер.

Не стану рассказывать вам о всех направлениях поиска: догадок и домыслов здесь, к сожалению, больше, чем результатов. Скажу только, что даже человеческую опухоль — уже не копию, а смертоносный оригинал — не удалось пока приспособить для отбора целительных соединений. Рассаживая в пробирки, посеянная в куриное яйцо, наконец, привитая подопытным животным, она теряет исконные свойства, растет и буйствует, как прежде, но совсем по другим законам.

Трудную, дьявольски запутанную задачу решают ученые. Но если бы ее одну!

Тут целый ворох неразгаданных тайн. В каждой раковой клетке, в любой ее детали притаилось столько вопросов и проблем, все они так тесно переплетены, что биологам приходится распутывать этот клубок с разных концов. И естественно, подходы у них тоже неодинаковые.

Один дробит опухоль на части и, размельчив ее в прах, изучает белковую фабрику рака, старается проследить его молекулярную механику; другой нацелил на больную клетку электронный микроскоп, вглядываясь в ее нутро, ищет какие-то особые приметы, втайне надеется увидеть наконец опухолеродный вирус; третий посеял злокачественные зерна в чашку, хоть здесь хочет понять причуды их роста.

Много подступов к раковой клетке заняли ученые, можно сказать, обложили ее со всех сторон. А на уме одна дума: чем она отличается от обыкновенной, здоровой напарницы, что заставило ее взбунтоваться, выйти из-под контроля организма, стать его убийцей?

...Теории — как лекарства: когда их много, трудно поверить и одной. Именно так и случилось с этой злосчастной болезнью. У нее множество объяснений и, может быть, потому ни единого радикально исцеляющего средства. Да и как найти, синтезировать его, если никто до сих пор не увидел особой химической разницы между больной и нормальной клеткой. Все их молекулярное хозяйство — белки, ферменты, нуклеиновые кислоты — словно сошло с одного конвейера, отштамповано по общему образцу.

И в самом деле так: белковые фабрики во всех клетках тела — здоровых и опухолевых — устроены одинаково, выпускают очень схожую продукцию.

В этом обманчивом сходстве — корень зла, завязка острейшего жизненного конфликта.

Организм точно слепнет, из одних и тех же резервов он черпает пластические материалы для воссоздания утраченных частей, обновления сработавшихся тканей и для постройки раковых клеток. Во всем равные, стандартные молекулы белка могут лечь в основу животворной ткани и оказаться во власти губительной опухоли.

Один источник питает жизнь и смерть.

Никогда еще природа не проявляла своего равнодушия с таким откровением, нигде не создавала столь зловещих, драматических коллизий.

Химическое родство больной и здоровой ткани — главная помеха лекарственной терапии рака. Хирургу и радиологу она доставляет немало хлопот, но больше всех думает об этой преграде химиотерапевт. Ведь не скальпелем, не точно отмеренной дозой радиоактивного луча должен он отделить, разрушить опухоль, а порошком, какой-нибудь пилюлей — словом, препаратом, способным в равной мере ударить и по здоровым, не чуящим беды клеткам.

У лекарства, конечно, огромное преимущество перед ножом хирурга и даже перед кобальтовой пушкой радиолога: странствуя по всему организму, оно выискивает раковые засевы в любом закоулке, всепроникающие молекулы везде достигают врага. О таких точных, словно бы намагниченных «пулях» врачи мечтали долгие годы. Но, дождавшись, взяв наконец это замечательное оружие в руки, очень скоро убедились, что оно не такое уж безопасное, часто бьет по своим. Каждый залп по противнику скашивал легионы здоровых клеток. Особенно страдали молодые, только что родившиеся



шарики крови, костный мозг, селезенка — все кроветворные ткани.

Тяжелые жертвы приносил организм, и без того истощенный болезнью. К счастью, медики теперь умеют быстро возмещать его потери, целиком восстанавливать запасы крови, пересаживать костный мозг. Но не всегда это возможно: ядовитые свойства препаратов порой во много раз превосходят их целебную силу. И потому сотни, тысячи испытанных соединений поныне остаются за порогом клиники.

Снова тупик?

Да, похоже, во всяком случае химиотерапевты усиленно ищут выход из этого противоестественного положения. И часто вспоминают о своих победах над микробами.

В самом деле, почему химическая атака, столь успешная против бацилл, нанесла такой малый урон раковым клеткам, захлебнулась здесь в самом начале? Ведь метод, главный тактический прием химиотерапевтов ничуть не изменился, они по-прежнему ведут прицельный огонь по вредным, чуждым организму клеткам, стремятся угодить лишь в неприятеля. Отчего же так скромнен результат этих «стрельбищ»?

Мишень подвела. Раковая клетка — не микроб, она маскируется в теле куда успешнее разных вибрионов и спирохет. Как бы ни была чужда, опасна для организма злокачественная опухоль, эта ткань-предательница все-таки плоть от его плоти. Рожденная телом, она несет все его биологические признаки.

Раковая и здоровая клетки — почти близнецы. И потому препарат часто упускает тонкую, едва уловимую разницу между ними, бьет чохом врагов и друзей. А медик не может, не смеет остановить его, пока в теле осталось хоть одно зернышко, микроскопическая крупица рака. Ибо даже малую толику этой великой чистки нельзя пока доверить организму: защитные силы его, успешно добивающие микробов, на сей раз почему-то застопорены, срабатывают очень редко и не в полную мощь.

Нет, раковые клетки решительно ничем не похожи на бациллы, схватку с этими оборотнями нечего и сравнивать с противомикробной битвой. Но если уж искать сходство, то скорее всего среди вирусов. Тут и впрямь много общего,

вплоть до того, что некоторые исследователи считают рак вирусной болезнью.

Догадка эта очень близка к истине, во всяком случае ее не раз уж подтверждали сами вирусы, выделенные из опухолей подопытных животных. И хоть у людей пока ничего подобного не обнаружено, подозрение остается в силе. Скажу больше: недавно в обезьяньих почках был найден опухолеродный вирус, способный причинить вред клеткам человеческого тела. Если это так, кто может поручиться, что люди застрахованы от набегов этих незаразных, но чрезвычайно энергичных невидимок?

Вирусологи, может быть, успешнее других разоблачают сейчас рак, раскрывают его молекулярные механизмы. Но вот парадокс: объясняя загадки опухолевого роста, проследивая тончайшие изменения внутри больных клеток, они еще больше усложняют задачу химиотерапевта. Теперь ему нужно найти особое лекарство: проникнув к вирусу, убив его, оно должно пощадить при этом саму клетку.

Жесткое, почти невыполнимое условие, по крайней мере, сегодня никто не нашел даже приблизительного решения этой задачи. Ведь вирус живет в клетке на полном обеспечении, широко пользуется ее энергией, ферментами, белками — хозяйничает как у себя дома. И все потому, что умеет быстро принаравливаться, подгонять свои нужды к особенностям клеточной кухни. Так ловко маскируется этот приспособленец, что даже собственные химические процессы строит наподобие приютившей его клетки.

Лекарство как раз и должно нарушить эти интимные процессы, повредить молекулу вируса в момент постройки. Однако, нацеленное в непрошеного гостя, оно попутно ломает хозяйское имущество, крушит белковую фабрику клетки — в общем, оказывает ей медвежью услугу.

Да, вирусы могут жить спокойно: пока они в клетке, им ничто не угрожает.

Но если ученые когда-нибудь найдут сильный противораковый препарат, он, возможно, окажется хорошим лекарством от многих вирусных болезней. Ибо средство, способное проникнуть в клетку, поражать здесь заданную цель, будет с равным успехом бить опухолеродные и любые другие вирусы.

Весь вопрос: как найти, сделать такой сверхметкий препарат, да и возможно ли это вообще? Есть ли хоть какая-нибудь надежда подобрать соединение, разящее только заданную мишень?

Неизвестно. Погоня за вирусом — занятие мудреное, некоторые даже говорят — бесплодное; мол, нет у него собственной химической лаборатории, своих ферментов, энергетических ресурсов, значит, и портить, ломать тут нечего, неуязвим он — и все тут.

Однако биохимики смотрят на это иначе: они заняты молекулярной техникой вируса, изучают его строительные приемы, так сказать, технологию самообновления. И если им удастся выяснить ее — невидимка в наших руках, химиотерапевты сумеют внести разлад в его рабочие механизмы, просто не дадут ему достроить свой корпус, разрушат вирусную молекулу.

Но то будет, а рак не ждет, уносит тысячи человеческих жизней. Больному нужно лекарство сегодня, сию минуту.

Никто лучше медиков не знает, как дорог здесь каждый час, во что обходится иногда каждый упущенный день. И пока лучшее, наверняка исцеляющее лекарство где-то в пути, они стремятся осилить непокорную ткань просто хорошими противораковыми препаратами — таких, к счастью, уже несколько десятков. Все они энергично вмешиваются в жизнь больной клетки, атакуют ее конвейеры — останавливают выпуск белка, что шел на подкорм лютующей ткани.

Допан, эмбихин, сарколизин — в присутствии этих веществ агрессивные клетки ведут себя гораздо скромнее, их натиск слабеет, затихает быстро и порой навсегда. Рак белой крови, лимфатических желез, некоторые другие опухоли смиряются, отступают перед новыми препаратами. Но у каждого из них очень ограниченные возможности, как говорят химиотерапевты, узкий спектр: лекарство одолевает только своего врага — одну-две разновидности рака. А их более ста. И всем нужно подобрать узду — химическую, биологическую, какую угодно, лишь бы сдержала, отбросила назад обезумевшую ткань.

Уже двадцать лет идет этот поиск, двадцать лет ученые синтезируют всевозможные соединения, сочиняют самые

невероятные лекарства, ищут средство от рака среди гормонов и антибиотиков, в листьях трав и цветов, неожиданно находят в соке какой-то гигантской поганки, чего только не перепробовали они за эти годы, к каким не прибегали уловкам!

Не сдается бунтующая клетка, требует от исследователей еще больших усилий, изобретательности, прямо-таки сказочной выдумки.

Дело дошло до того, что биохимики решили заслат в нее специальных разведчиков — аминокислоты, в которые загодя были введены радиоактивные атомы. И по сигналам этих меченых кирпичиков судили, как больная клетка строит свой дом, какие аминокислоты нужны ей больше всего.

Когда стали известны самые ходкие, незаменимые строительные материалы, ученые подменили их очень похожими, но бракованными деталями, искусственно вызвали в опухоли нехватку сырья. И круто затормозили ее рост.

Так были найдены препараты, помогающие при раке легких, печени, некоторых других внутренних органов.

Но путь обмана — не лучший путь, в конце концов опухолевые клетки улавливают подмену и, как бы догадавшись, в чем дело, на ходу применяются к новым условиям, собирают свои белки из других аминокислот, быть может, даже из обрывков целебного препарата.

Приходится отменить его: не подкармливать же этих оборотней лекарством!

Опять преграда, снова раздумья, опыты, поиски свежих идей.

Однажды медики вспомнили о бациллах, ведь те тоже быстро привыкают к одному препарату, но если их бьют одновременно двумя, еще лучше — тремя, гибнут все до единой. Применили эту тактику тройного удара к раковым клеткам и вскоре убедились: помогает! Не всегда могут они свыкнуться сразу с несколькими лекарствами.

Беда только, что костный мозг сильно страдал от очень большой дозы ядовитых веществ. Однако выход нашелся: врачи теперь заранее добывают у больного кроветворные клетки, как бы берут их взаймы и, тщательно сохранив, возвращают ему после лечения.

...Три лекарства как три артиллерийских залпа. Последний должен добить больную клетку. Но нет, даже из такой переделки она выходит порой невредима. Медики быстро

поняли: препараты очень схожи, ломают одни и те же детали белкового конвейера. Освоившись с одним, клетка легко переносит и остальные.

Раз так, пришлось пойти на тактическую хитрость: ударить по ней разными лекарствами. Одно портило белковый конвейер, другое отбирало у клетки сырье, третье сцеплялось с ее ферментами — словом, решили связать эту бунтарку по рукам и ногам.

Жаль только, мало припасено на нее химических пут, невелик еще у врача выбор таких энергичных, боевых средств. И все-таки надежда есть, великая надежда сковать молекулярные механизмы рака, поразить его в самое сердце.

Вот совсем уже недавно медики задумали еще один неожиданный ход. Раковая клетка вдруг стала предметом их забот, самого внимательного ухода. Ученые всеми способами поощряли ее рост, подгоняли обменные процессы — в общем, были крайне заинтересованы в размножении смертоносной ткани. И все для того, чтобы крепче, сильнее ударить по ней: молодые, растущие клетки опухоли, оказывается, очень чувствительны к противораковому лекарству. Чем быстрее они размножаются, тем легче уязвить их, уничтожить всю опухоль.

Что ж, если рак нужно слегка расшевелить, за этим дело не станет, ученые найдут для него подходящие стимуляторы. Обидно только, что здоровая ткань может последовать его примеру, станет тоже усиленно размножаться, помолодеет и, естественно, попадет под огонь целебного препарата.

Смелый, слишком даже рискованный замысел. Никто, конечно, не согласится поставить под угрозу весь организм, спасти жизнь, быть может, ценою самой жизни. Но идея остается в силе и, надо полагать, еще поработает на медиков. Особенно когда они научатся наносить опухоли безошибочные удары, направлять противораковый препарат прямо к цели.

Это ведь тоже не домысел и не вымысел: ученые уже давно пытаются создать лекарства сверхточного назначения, хотят соединить в одной молекуле боевой заряд и средство его доставки. Такая молекула беспромахно настигнет больную клетку и, накрепко сцепившись с ней, взорвет, уничтожит ее на месте.

Так где же они, эти долгожданные препараты?

Не скрою: пока лишь в лабораториях, проходят тут стрельку на мышах и крысах. Трудностей и здесь еще хватает, ведь соединить два вещества — дело несложное, куда тяжелее сохранить их свойства, сделать этот химический гибрид полноценной лекарственной молекулой. Ибо даже малейшее изменение структуры целебного препарата порой делает его абсолютно бесполезным. А тут химики скрещивают две совершенно разные молекулы. И хотят, чтобы обе остались при своих главных свойствах. Затея не из тех, что сулят легкий успех даже искусным экспериментаторам.

Недавно я видел, как ловко они использовали знакомое нам ядро пенициллина. Прицепив к нему сильное противораковое вещество — хлорбутин, ученые получили отменный гибрид. Пенициллиновое ядро, всегда тяготеющее к живой ткани, служило здесь чем-то вроде крючка, видимо, прикрепляло препарат к раковой клетке, а хлорбутин, по идее, должен был разрушить ее, проявить целебные свойства.

Он и проявил; но как! Ударил по крысиной опухоли в семь раз слабее обычного, можно сказать, погладил ее и, лишь когда исследователи повысили дозу во много раз, подавил злокачественный рост.

Однако почему хлорбутин? Существует еще много противораковых средств, а пенициллиновое ядро — очень контактно, легко вступает в соединение с разными веществами. К нему можно привесить сарколизин, какой-нибудь противораковый антибиотик, вытяжку из растения — словом, ученые будут скрещивать молекулы до тех пор, пока не сделают, наконец, задуманное лекарство. А если ядро пенициллина окажется для этой цели непригодным, заменят его другим «крючком»: антибиотик тетрациклин, например, тоже питает особое пристрастие к некоторым тканям, не худо бы и его испытать в качестве носителя целебных препаратов.

И, разумеется, лучшим, надежнейшим средством доставки лечебного препарата будет вещество, нужное самим раковым клеткам, скажем, какая-нибудь аминокислота, которую они поглощают, чтобы тут же использовать на сборке собственных белков. Такой отравленный, загодя соединенный с химиопрепаратом продукт станет для больных клеток чем-то вроде приманки. Жадно заглатывая его, эти оборотни наверняка получат смертельную дозу яда.

Как видите, ученый не всегда стремится лишить опухоль стройматериалов, отнять у нее ходовые «кирпичики»,

наоборот, иной раз он сам готов доставить ей какую угодно аминокислоту, удовлетворить любую прихоть: только бы приняла лекарство! И принимает: препарат фтор-урацил, единственный защитник от рака кишечника, задуман как лекарство-двойник, он несет мятежным клеткам и пищу насущную, и отраву.

Говорят, в хорошей больнице стены лечат. Верно: лечат, особенно когда за ними работают хорошие врачи и есть надежные лекарства. К раку это правило имеет прямое отношение. Цепкий, сильный враг, он до сих пор не уступил объединенному натиску хирургов и радиологов, даже химическая атака идет здесь пока с переменным успехом.

Рак словно под особой охраной природы. Уж слишком много тупиков и ловушек расставила она исследователям. И все-таки они всегда в пути: если у них успех — идут вперед, нет успеха — идут вперед.

Такова философия поиска.

## **Судьба идеи**

Если я скажу вам, что медики нашли наконец лекарство от ревматизма, туберкулеза, бронхиальной астмы, плеврита, сенной лихорадки, брюшного тифа, волчанки, экземы, бруцеллеза и еще множества болезней, вы, наверно, улыбнетесь, посчитав все это веселой шуткой. Панацея нынче не в почете, над средством от всех недугов смеются даже очень доверчивые люди.

И все же приходится иногда верить в невозможное, особенно когда оно становится реальным фактом. А современная панацея, устояв против сомнений, страха, сотен ниспровергающих экспериментов, вот уже полтора десятка лет служит людям, избавляет их от самых разных болезней и заодно — от скептического отношения к лекарствам. По крайней мере, тысячи излеченных уже не сомневаются в существовании этого универсального, почти на все случаи жизни пригодного средства.

Однако откуда оно взялось, как попало в клинику и, наконец, кто придумал его?

О, это одна из самых удивительных историй, когда-либо случавшихся с медиками! Здесь было все: блистательные находки и трагические неудачи, редкостное, прямо-таки фантастическое прозрение ученого, триумф его идеи и громкая хула коллег. Надежды чередовались с отчаянием, бешеная реклама новых препаратов — с сообщениями о катастрофах, смертельных исходах, а Нобелевская премия застала первооткрывателей как раз в тот момент, когда они поняли, что почти ничего не знают о своем детище.

Могучее, быть может, всеисцеляющее средство застигло медиков врасплох, они просто не успели разобраться, обуздать его и мучались, как погонщики с диким слоном. Под конец случилось совсем невероятное: идея, лежавшая в основе открытия, оказалась ложной, была отброшена, а само открытие по-прежнему приносило огромную пользу, победно шествовало по больницам и госпиталям всего мира.

Да, необычная это история. Полная радостных и драматических событий, она поныне волнует ум.

Все началось с ревматизма — болезни упорной, безжалостно калечащей человека. Кто хоть раз побывал в палате ревматиков, тот надолго запомнит этих скрюченных, застывших в самых причудливых позах людей, бесконечные стоны и просьбы облегчить боль. Если б в ней была главная беда!

Ревматизм лижет суставы и кусает сердце. Уродуя клапаны, поражая сердечную мышцу, он с сокрушительной быстротой, иногда в две-три недели выковывает неизлечимый порок. Обратного пути нет, недуг берет человека в пожизненное заключение.

Случалось, правда, иному счастливцу вырваться из цепких объятий ревматизма, до конца дней прожить без единого приступа. Но бывало это так редко, что никто даже не задумывался над причиной внезапного самоизлечения. А случаи действительно казались чрезвычайно загадочными. Заболеет ревматик желтухой — заковневшие суставы на глазах оживают, двигаются, словно смазанные маслом.

Прямо-таки парадоксальная зависимость существовала между этими недугами: стоило обостриться желтухе — исчезал ревматизм. Похоже было, что природа здесь клином клин вышибает, и, самое интересное, в запасе у нее оказалось несколько таких клиньев.



После хирургической операции по какому-нибудь пустяковому поводу застарелый ревматик тоже поднимался с постели. А иной раз исцеление приходило еще проще: достаточно было дать больному эфирный наркоз или заставить его поголодать, он надолго избавлялся от наскоков ревматизма. Даже брюшнотифозная прививка порой излечивала от этого недуга.

Судите сами, насколько все это было странно и даже обидно: лучшие лекарства, десятки патентованных препаратов без пользы валялись на столике больного, а какое-то случайное стечение обстоятельств вдруг даровало ему нечаянное здоровье.

Тут следовало разобраться, подыскать ко всем этим загадкам какой-то общий ключ. Но как это сделать, с чего начать? Что общего, скажем, между голоданием и брюшнотифозной вакциной?

С виду, казалось, ничего, а организм в обоих случаях упорно отвечал одной и той же реакцией, возможно, даже выделял в кровь особое вещество, некий загадочный противоревматический фактор. Его так и называли — фактор икс.

Где только не искали медики этого таинственного исцелителя, из чего только не пытались его выделить! Кровь больного, внезапно выздоровевшего от ревматизма, они разглядывали в микроскоп, испытывали на животных, процеживали через сотни пробирок и химических реактивов. А фактор был неуловим, всякий раз терялся меж бесчисленных соединений, насыщавших кровь желтушного счастлива.

Среди ревматиков объявились храбрецы, согласные на переливание такой зараженной крови, но фактор и тут ускользнул: отчаявшиеся страдальцы не избавились от недуга. Даже добровольное отравление печени, искусственная желтуха не спасла их от ревматических атак.

Выходит, дело было не в печени и не в пигментах, окрасивших кожу в шафрановый цвет. Однако в чем же?

Странный фактор так и остался бы под знаком икса, если бы не одна удачная идея. Как все великое, она была на редкость проста: чтобы найти неизвестное, нужно составить уравнение, свести воедино разные наблюдения над выздоровевшими больными.

Свели, подытожили, и тут выяснилось, что загадочное вещество работает по принципу спасательной команды, лечит не только от ревматизма, а без разбора — от астмы, сенной лихорадки и еще бездны недугов.

Сопоставили этот факт с другим, нам уже известным: ревматику иной раз облегчает жизнь не только желтуха, а наркоз, голод, пустячная операция — словом, все, что вызывает в теле какую-то встряску, напряжение. И сделали вывод: здесь замешаны гормоны. Без этих вездесущих, кровью разносимых химических посредников организм вряд ли смог бы отбивать атаки столь разных недугов одним и тем же приемом.

Все обрадовались мудрому заключению, но скептики, а их в науке предостаточно, сказали: хорошо, допустим гормоны. Но какие? Везд их в теле не перечесть сколько. К тому же среди излеченных ревматиков были мужчины и женщины, а гормоны у них, как известно, не все одинаковы.

Опять затор, снова нужно сопоставлять, как бы интегрировать факты. Одна за другой гибнут гипотезы, рушатся соломенные теории. Остается всего несколько неопровержимых наблюдений: желтуха действительно исцеляет мужчин и женщин, зато избавление от ревматизма в других случаях, например, при беременности, никак не связано с избытком какого-нибудь женского гормона. Значит, фактор икс доступен обеим половинам человеческого рода, с равным успехом может быть выработан мужской и женской железой внутренней секреции.

Весь вопрос, какой железой? Ведь их в организме около десяти. И каждая выбрасывает в кровь целый набор энергичных, всепроникающих веществ. Регуляторы человеческого роста, настроения, сложных внутриклеточных реакций — все они варятся в общем гормональном котле.

Как найти, выловить в нем подлинного исцелителя? Какой гормон владеет тайной ревматизма и многих других недугов?

Непостижимая, безнадежно запутанная задача. Доктор Хенч — пора представить вам этого замечательного исследователя — решал ее больше четверти века. И едва ли успел бы добраться до сути дела, если бы случайно не познакомился с биохимиком Кендаллом. Вместе они пришли к цели за какие-нибудь десять лет.

У Кендалла было давнее пристрастие к гормонам, он годами очищал их от примесей, расшифровывал молекулярное строение, выводил формулы. И когда однажды ему удалось выделить из крохотной, пятиграммовой железки очередное вещество, никто не придал этому событию особого значения: биологи в то время знали уже несколько десятков гормонов.

Одним больше, одним меньше — какая разница?

Присвоив своей находке латинскую букву, Кендалл передал ее физиологам для испытаний. И занялся другими делами. Новый препарат отправился в лабораторию, к мышам.

По правде, его было так мало, буквально крупички, что я до сих пор не пойму, как мог он подействовать хоть на одного мышонка. А он подействовал, да еще с какой силой! Гормон исправно взбадривал подопытных зверьков, вялых и сонливых мгновенно делал энергичными, выносливыми, способными перенести холод, тяжелое отравление.

Мыши почти не лихорадили даже после прививок брюшнотифозной вакцины.

Когда об этом узнал Хенч, мысль его сработала, как спичка в пороховом погребе фактов. Ведь прививка от брюшного тифа порой поднимала с постели ревматиков. Уж нет ли здесь связи? Не действует ли гормон, найденный Кендаллом, подобно загадочному фактору икс? И наконец, не одно ли это вещество?

Хенч тут же решил проверить новый препарат в клинике. Но, увы, осуществить это удалось лишь много лет спустя. Гормона в ту начальную пору едва хватило на нескольких мышей.

Вскоре после этих событий началась вторая мировая война, ревматизм уступил место другим заботам, а гормоны... О них напомнил враг.

В конце войны воздушные силы Германии получили необычное оружие — ампулы, наполненные кристаллическим порошком. Командование приложило к ним короткую инструкцию и потребовало безотлагательно применить... к немецким летчикам.

Приказ есть приказ: отныне, возвращаясь на базу, усталые, злые пилоты шли прямо на огонек медпункта. Придя, с недоверием оглядывали фельдшеров, натягивавших

в шприцы зеленоватый раствор какого-то препарата, опасливо подставляли руку — и вдруг ощущали приток свежих сил, готовы были тут же снова идти на задание. Порошок взбадривал пилотов, поднимал настроение, боевой дух — в общем, действовал лучше любой пропаганды. И, разумеется, был наглухо засекречен.

Теперь уже известно: в ампулах была очищенная вытяжка из надпочечника. Гормон этой небольшой железы, будто по волшебству, повышал боеспособность летчиков, можно сказать, защищал немецкое небо.

Уловка не спасла Германию от разрушительных налетов, но интерес к надпочечникам с той поры стал расти с огромной быстротой. За три года биохимики выделили около тридцати гормонов надпочечника, сегодня найдено сорок, и никто не знает, сколько их притаилось еще в коре этой запасливой желёзки.

Но как бы ни старались биохимики, какие бы ни выделяли из нее вещества, главный, так сказать, ведущий гормон коры надпочечника уже открыт — это кортизон. Именно с ним работал Кендалл, его перед войной испытывали на мышцах и терпеливо ждали в клинике: Хенч все еще надеялся проверить свою идею, хотел испытать целебную силу кортизона на больном.

Однако препарат был по-прежнему недоступен. Немногие миллиграммы, добытые из бычьих надпочечников, годились разве что гомеопатам, у других врачей они вызывали только улыбку.

Химики перешли было на бычью желчь, думали из нее сделать нужное количество кортизона, но скоро убедились, что для этой цели не хватит всех быков Европы и Америки. Проблема зашла в тупик. И осталась бы там надолго, если бы Кендалл в свое время не подоспел с точной химической формулой гормона.

Когда у исследователей есть образец препарата, своеобразный эталон лекарственной молекулы, они сразу же начинают поиски других, более простых, дешевых и безопасных копий. Так случилось и с кортизоном. Биологи решили сделать его, соорудить изящную молекулу гормона без помощи надпочечников, вообще без всяких желез. Речь шла об искусственном синтезе, может быть, даже об улучшении вещества, запатентованного самой природой.

То был вызов, дерзкий вызов ее тысячелетнему опыту

и мастерству. Даже бывалые химики не верили в удачу, заранее перенесли ее куда-то в двадцать первый век.

Спустя несколько лет доктор Хенч держал в руках ампулу с кристаллами чистейшего кортизона. А рядом в палате его ждал больной, уже много лет страдавший неизлечимым ревматическим недугом. Один укол решил судьбу открытия: скованный, изнывавший от боли ревматик на завтра встал с постели. Круг замкнулся, идея после долгих странствий вернулась домой, в клинику.

Сентябрьским утром 1948 года случилось удивительное предсказание ученого: в химической бездне был найден наконец препарат, заказанный мечтой врача. А дальше... дальше я с радостью опустил бы несколько страниц этой необыкновенной истории — горьких, скорбных страниц, повествующих о судьбе открытия и его жертвах.

Хенч был осторожен: он знал, что такое американская реклама. Но Хенч был зависим: он, к сожалению, знал, что такое фармацевтическая фирма. Больных же не интересовало ни то ни другое: они ждали исцеления. И врач до времени разгласил свою тайну, вынужден был разгласить: кортизон стоил так дорого, что ни одна торговая фирма не бралась за его изготовление. К тому же целебные свойства препарата были еще под большим сомнением. Фирмы требовали дополнительной проверки, подтверждения от посторонних исследователей.

Открытие вышло за порог врачебного кабинета. И сразу попало на газетную полосу. Кортизон стал сенсацией дня и бедствием для тысяч больных. Узнав об этом чуде, «эликсире жизни», они стремились добыть его любой ценой и, самое страшное, раз начав, не могли отказаться от лечения: малейший перерыв вызывал еще более острую вспышку ревматизма. Испуганные люди снова возвращались к высоким дозам, отдавали за несколько уколов все, что имели, и в конце концов оказывались в пожизненной зависимости от кортизона. Надеясь на полное исцеление, они доходили до полной нищеты, кончали свои дни в городской больнице, где можно было получить хоть немного бесплатного лекарства.

Все предвидел Хенч, кроме такой беды. И, наверное, тяжелее всего ему было в те минуты, когда он думал об истин-

ной силе своего детища. Ведь никто лучше первооткрывателя не знал, что кортизон гасит пламя болезни, но не устраняет ее причину, редко страхует от нового пожара. Препарат хорошо защищал организм, как бы прикрывал его от ревматических атак, но не мог, конечно, возродить ни одной утраченной клетки.

Первые годы кортизон лечил многих, исцелял единицы. Прославленному гормону предстояли еще серьезные экзамены, а его хрупкой молекуле — основательная переделка.

Химики с нее и начали: слегка изменив «фигуру» молекулы, они сразу вчетверо подняли целебную силу препарата. И, естественно, снизили его суточную дозу. Для врачей это был ценный подарок: лечение кортизоном таило столько опасностей, что его порой называли «терапией отчаяния». К тому же после долгих впрыскиваний у больного отказывали надпочечники: искусственно введенный гормон подавлял выработку природного.

Узнав о горестях клиницистов, химики повысили активность лекарства в двадцать восемь раз. Потом, видимо решив окончательно посрамить природу, сделали препарат в семьсот раз лучше, энергичнее естественного гормона.

Но поиск шел разными путями. Врачи и фармакологи старались продлить действие кортизона, как-то уберечь его от разрушения, хотели заставить организм побольше вырабатывать собственного гормона. В гипофизе, крохотной, укрытой в глубине мозга желёзке, они обнаружили пусковой механизм надпочечников, могли теперь управлять им, регулировать выделку кортизона в самом теле.

Открытие радостное, многообещающее. Ведь гипофиз вообще верховодит железами внутренней секреции, дирижирует всем этим гормональным оркестром, а тут в нем нашли вещество, разом, с места в карьер запускающее надпочечники, этаким ускорителем защитных реакций.

Теперь больные, выписываясь из клиники, могли надеяться, что гормон-погонщик не оставит их на произвол судьбы, во всех случаях жизни принудит надпочечники исправно вырабатывать спасительный кортизон. А случаи такие, надо сказать, бывают довольно часто.

Гормон надпочечника выручает организм из самых

трудных ситуаций. Удар, рана, ожог, какая-нибудь заразная болезнь — любая угроза жизни, и надпочечники щедро выбрасывают в кровь кортизон. Что он тут делает, каким образом помогает человеку выбраться из беды, не знает никто, одно ясно: без этого вещества организм не в силах отстоять себя, бороться со смертью.

Конечно, гормон и здесь не властен над источником беды, но, следуя по ее пятам, он как бы приспособливает человека к новой обстановке, помогает ему выдержать первый натиск болезни — короче, этот бдительный страж ограждает организм от всех случайностей.

Но если природа столь однообразна в защитных приемах, отчего бы медикам не последовать ее примеру? «Гормон тревоги», способный мигом собрать в кулак оборонительные ресурсы тела, вероятно, принесет пользу не только ревматикам. Пусть иные врачи недоверчиво улыбаются, называют его панацеей, эликсиром, как угодно, — гормон будет лечить, спасать тяжелейших, быть может, безнадежных больных — и это главное.

Так думал не один какой-нибудь сверхпрозорливый врач — бесхитростная идея эта родилась одновременно в разных странах. И открыла кортизону дорогу в клиники.

Я не могу, к сожалению, назвать ее триумфальной, были неудачи, разочарования, печальные промахи — все было, но вот неоспоримый факт: дети, обреченные, умиравшие от туберкулезного менингита даже после массированного лечения антибиотиками, были спасены кортизоном.

Гормон, конечно, не убил бациллы, вообще не тронул ни одной коховской палочки, но он, видимо, повысил проницаемость клеток, помог антибактериальным препаратам приблизиться к врагу и сразить его в упор.

За менингитом последовали другие формы туберкулеза, другие болезни — кортизон неожиданно-негаданно лечил недуги, ничем не связанные с гормонами, стал сильнейшим союзником врачей. Нет, кажется, болезни, с которой он не померялся бы силой.

Но главный его противник по-прежнему ревматизм. Между ними вечная, прямо-таки кровная вражда. И постоянная борьба. Последние годы она идет с большим перевесом на стороне кортизона.

Препарат нынче лечит многих, а иных просто спасает:

гормон оберегает сердце от порока, не дает ревматизму искорвать клапаны, поразить мышцу — словом, стеною стал между сердцем и его злейшим врагом.

Если бы у кортизона не было больше никаких заслуг, он и тогда стоил бы своей славы, занял бы место рядом с антибиотиками, успокоителями мозга, — с лучшими лекарствами двадцатого века.

О кортизоне пока все. Я выбрал этот гормон, чтобы рассказать вам, как причудлив порой ход мысли исследователя, сколько неожиданных преград встречает он на своем пути и как энергично одолевает их, рвется из лабиринта идей, из безнадежных, казалось бы, тупиков к жизни, к людям, ждущим от него живых дел.

Но в гормональном оркестре есть, конечно, и другие, не менее важные солисты. Многие из них имеют решающий голос при диабете, атеросклерозе, даже при раке. Уже известно около двадцати опухолей, вызываемых какой-то непонятной пертурбацией, разноголосицей среди ведущих солистов этого химического ансамбля. И потому нет ничего удивительного, что врач в иных случаях стремится обуздать не мятежную ткань, а буйствующие гормоны. Когда ему удастся усмирить их, опухоль исчезает сама.

Правда, медики очень мало знают о взаимоотношениях гормонов и потому часто должны действовать наугад. Тут еще тьма нерешенных загадок, раздолье для будущих исследователей.

И все же недавно блеснула одна интересная мысль: химики сконструировали молекулу, очень похожую на гормон, но обладающую совсем противоположными свойствами. Этот антигормон действует на ткани по «принципу наоборот», как бы сглаживает разрушительные следы своих природных собратьев, возвращает организму покой и химическое равновесие.

Появились и другие, еще более энергичные вещества, способные регулировать выпуск самих гормонов, подстегнуть или притормозить, скажем, щитовидную железу. Словом, старая, вековой давности, наука о гормонах набирает скорость и, следуя велению времени, все теснее переплетается с биохимией, выходит на самый современный — молекулярный уровень жизни.



Один древний грек, ученик Гиппократ и любитель кратких изречений, как-то заметил: «Лечить — это значит отнимать у организма все, что ему вредно, и прибавлять недостающее».

Я надолго запомнил мудрую простоту этих слов.

Старый сельский врач, мой сосед по участку, однажды сказал мне по одному очень неприятному поводу: «Лечить больного, дружок, то бишь пользоваться, значит приносить ему пользу».

Я и это усвоил, что тут было возразить?

Недавно я читал статью о величайшем достижении века — расшифровке белкового кода, молекулярного строения вещества наследственности и вспомнил: один из авторов этого открытия, Нобелевский лауреат Джеймс Дьюи Уотсон после вручения премии обронил: «Нам действительно удалось достичь многого, но вот с обыкновенным насморком, которым я страдаю, мы до сих пор справиться не можем».

Не можем — и баста! Не отдает нам организм все, что ему вредно. Тому бы греку не забывать слова своего учителя: «Медицина часто утешает, иногда облегчает, редко исцеляет».

Но чем же я могу утешить больного, не исцелив его?

Опять вспомнил: смотрит на меня с портрета один медицинский предок, неотрывно сверлит глазами, словно говоря: «Если больному после беседы с врачом не стало легче — это не врач!»

Что делать, значит, я не врач: от меня, бывало, уходили и без облегчения, порой даже оставив рецепт на столе — пили, мол, эту водицу, не помогает.

О, эти порошки и пилюли, микстуры и отвары! Сколько пало на них обличительных слов, горчайших упреков, кто только не вышучивал (иногда проклинал!) беспомощность врача.

Смей, дерзай быть здоровым! — подбадривали друг друга римляне, а доктору советовали: исцелился сам.

Не оттого ли самые грустные признания, самые злые сарказмы о лекарственной терапии исходят от врачей? Даже Боткин, великий Боткин — клиницист, каких не много знала наша земля, — в конце жизни не удержался, воскликнул:

«Бессильны наши средства, коли дав облегчение на двадцать четыре часа, ничего существенного не меняют!»

С той поры медицина ушла далеко вперед, но контрастов в ней стало еще больше: хирург оперирует в глубине мозга, заменяет клапаны сердца, а грипп действительно не поддается лечению. И даже не позволяет врачам привить против него недолгий иммунитет.

Зачем я пишу все это здесь, где рассказываю о замечательных находках, блистательных замыслах фармакологов и химиотерапевтов?

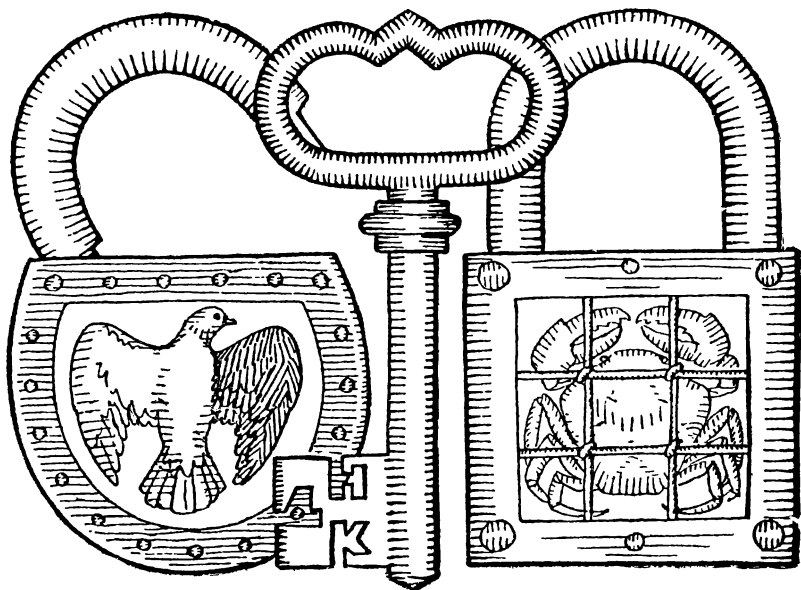
Просто во мне заговорил врач: я люблю лечить без лекарств. И всегда вспоминаю при этом слова старого русского врача Иустина Дядьковского: «При лечении болезней нередко больше пользы приносит полное воздержание от лекарств, чем обильное их применение».

Это было сказано полтора столетия назад, но верно и сегодня.

И потому я, как и многие мои коллеги, мечтаю о том времени, когда все эти порошки и пилюли отойдут в прошлое, а медицина достигнет наконец своей благороднейшей цели — станет людям ненужной.

Скажете, фантастика, неосуществимая мечта! Что ж, проживем — увидим.

Чтобы быть реалистом, нужно верить в чудо.



## СТРАТЕГИЯ ЖИЗНИ

У медицины свои заботы, свои вечные темы. Одна из них — пересадка органов. Столько тут было смелых замыслов и рухнувших надежд... Просто диву даешься, как живуча эта неосуществленная мечта, почему не выродилась она в утопию, вроде вечного двигателя.

Да и выродилась бы — спрос с ученых здесь невелик. Ведь такую участь уготовила ей сама природа, упрятавшая секрет несовместимости чужеродных тканей в тончайшей детали — белковой молекуле. А природа умеет хранить секреты, с ней спорить трудно.

И все же нужно, жизненно необходимо! Сколько бед, больших и малых, отвела бы от человека свободная пересадка органов, скольким продлила бы дни... Живая ткань, заполнив в организме любую, даже смертельную брешь, стала бы поистине животворной.

Но мечтай не мечтай, живое не уживается с живым. Между ними преграда — белковая вражда. И пока она не сломлена, гибнущий должен полагаться на собственные резервы да посильную помощь врачей.

Шприц с сердечным, отсекающий скальпель и все та же игла... Без них, конечно, не обойтись, но когда же, с какой стороны подоспеет наконец более верная подмога?

Сперва ее ждали от радиоактивного луча. Проникая в костный мозг, он подавлял кроветворение; тут же прекращалась выработка защитных белков — стражей первородной чистоты всех тканей тела. Лишенный иммунитета, организм был открыт любым микробам, он как бы терял врожденное чутье на свое и чужое. Зато без сопротивления принимал лоскутки чужой кожи, иногда целый орган. Так был возвращен к жизни французский крестьянин, тяжело занедуживший почками. Облучив умирающего, врачи успели заменить одну почку. Взятая у жертвы уличной катастрофы, она и теперь неплохо служит новому хозяину.

Случай повторился, и вновь облученный организм не заметил подмены. На миг показалось, проблема решена: под прикрытием беспощадного и спасительного луча возможны любые пересадки.

Увы, только на миг. Луч надежды заметно потускнел, когда выяснилось, как велик связанный с ним риск. И дело здесь не только в остановленном кроветворении и опасных микробах: больного можно поддержать донорской кровью и, защитив сильнейшими антибиотиками, укрыть в стерильной палате. Да и костный мозг он потерял не навсегда. Со временем, когда человек освоится с пересаженным органом, ему можно вернуть его же собственные кроветворные клетки. Запасенные до облучения, они быстро осядут в трубчатых костях и снова начнут чеканить красные и белые шарики. Словом, тут опасности нет.

А пересадки все-таки недоступны.

Большая доза лучей — иной пока обойтись нельзя — вызывает у подопытных животных лейкоз — болезнь, в равной мере угрожающую и человеку.

Это какое-то одичание, бешенство костного мозга, за сутки он штампует сверх нормы миллиарды белых шариков. Красные, несущие жизнь, — гибнут. Если кровь спокойна, смерть приносит множество опухолей.

Да, трудно нацелить атомную пушку на иммунитет. И хоть радиоактивный луч осветил эту темную сторону жизни, в тени осталось много загадочного.

Судите сами, выручить человека из беды, ввергнув его в другую, еще более тяжкую, — кто же пойдет на такое?

Как ни печально, облучение пока не метод. Лечить опухоли — иное дело, тут целебная доза лучей не раз уж проверена, а с пересадками придется повременить.

Радиобиологам, конечно, хотелось быть первооткрывателями этой благороднейшей отрасли восстановительной медицины, но есть у них серьезные соперники — иммунологи. Исследователи иммунных механизмов продвигаются к цели своим путем, довольно петлистым, зато безопасным. Им я и поведу вас.

## **Все живое особой метой...**

Собака и лягушка уже получили от ученых по памятнику. Телятам такая честь еще не оказана, а стоило бы: они сыграли первостатейную роль в одном важном открытии, можно сказать, подали ученым главную идею. Тем даже опыта придумывать не пришлось, его поставила сама природа.

Телята-близнецы иногда рождаются со сращенными плацентами — это значит в материнской утробе их соединяло общее кровообращение. У таких однойцевых родичей удается взаимная пересадка кожи: их ткани не враждуют между собой, не разделены барьером белковой несовместимости, он рухнул еще до рождения телят. Вернее, просто не возник. Перекрестное кровообращение подавило белковую вражду в плодах, когда они только готовились к великой битве за жизнь и не нуждались в таком сильном оружии, как иммунитет.

В самом деле, зачем зародышу иммунитет, от кого ему обороняться в материнском чреве?

Разве что от самой матери: ее белки ему тоже чужды.

Но если бы плод был способен на такую неблагодарность, ни одна мать не выносила бы его до конца, жизнь оборвалась бы миллионы лет назад. Однако она существует. Значит, тканевая несовместимость проявляется лишь на пороге самостоятельной жизни, и не ранее.

Защитные механизмы подключаются в самое подходящее время. Молодой организм ищет укрытие от вирусов, микробов — всех посторонних белков: они для него яды. Тут природа и вручает ему иммунитет, это ее подарок новорожденному.

Символический подарок: родился — живи, утверждай себя!

Но почему, собственно, родился? В утробе плод легко могли сгубить защитные механизмы матери, ведь они-то давно отлажены. А зародыш, хоть и родная кровинка, не вошел в белковую «опись» тела, он — не свой. Так, может быть, и с ним надо бы, как с микробом?

Ан нет, не выходит! Оборонительные устройства застопорены. Чуткие, нетерпимые ко всему пришлому, здесь они словно не замечают нового белка. Только в редких, очень редких случаях кровь плода, смешиваясь с материнской, вырабатывает в ней антитела, которые тут же атакуют ребенка, порой губят его до рождения.

Однако такая катастрофа — событие чрезвычайное, а обычно плод почти ничем не привлекает материнских иммунных белков, он обладает удивительной способностью вообще не вызывать против себя защитных реакций — исключение, сделанное природой для очень желанного гостя.

Отличное свойство, оно помогает зародышу избежать участи пересаженной ткани, жить в мире и согласии с организмом матери.

Только ли с ним?

Стоп! Это уже ценная мысль. Ее тут же подхватили клиницисты: эндокринные железы мертворожденных они стали приживлять людям, страдавшим постоянной нехваткой некоторых гормонов.

То был настоящий успех. Приживление юной ткани оказалось полным, прочным и поистине спасительным. Но остальные органы плода слишком малы, чтобы служить взрослому человеку. Интересное открытие практически было исчерпано пересадкой крохотных желез внутренней секреции.

Зато экспериментаторы извлекли из него первоклассную идею: у иммунитета, как у всех явлений природы, своя изнанка — восприимчивость, она до поры тоже управляема. И если врачи уже полтора-два десятилетия иммунизируют людей против микробов, отчего бы в ином случае не привить искусственную восприимчивость? Не к микробу, разумеется, а к пересаженной коже, почке, наконец, сердцу.

От идеи — к эксперименту. О нем стоит рассказать, уж очень хитро он был задуман: не взрослый организм приучали к чужим тканям, а зародыш. И в том особый смысл.

Плод обзаводится иммунитетом лишь накануне рождения, до той поры тканевого барьера у него нет. В утробе организм как бы составляет «список» собственных белков, сам осваивается с ними. Тут ему и решили подsunуть постороннюю ткань. Мол, пока неразборчив, он легко свыкнется с ней, внесет в этот «список» и навсегда признает своей.

Только знакомить его с будущим дарителем нужно обязательно юным, на самой заре жизни:

Все живое особой метой  
Отмечается с ранних пор.

Как же удалось обмануть организм, пометить чужую плоть его собственным тавром?

## **Окольным путем**

Одним из первых это сделал чех Милан Гашек. Он повторил эксперимент, поставленный природой на телятах, только подопытными на сей раз были куриные эмбрионы. Замкнув кровообращение зародышей в общее русло, Гашек сроднил ткани еще не вылупившихся цыплят. С той поры белковая вражда между ними была полностью подавлена; кожей, во всяком случае, цыплята до конца жизни обменивались беспрепятственно.

Чешский ученый создал живую модель однояйцевых близнецов. На ней уже можно было воочию наблюдать скрытые механизмы восприимчивости — иммунитета наизусть. И тут, конечно, стала проясняться причина удачных пересадок почки между однояйцевыми братьями. Зародышами

они тоже были связаны единой кровеносной системой, сблизившей их ткани задолго до рождения.

Объяснилось и совсем непонятное — успех кожных пересадок между разнояйцевыми близнецами; ведь и они порой преодолевают белковый барьер, однако по-своему.

В материнской утробе — месте первого знакомства — близнецы иногда обмениваются не только кровью, но и костномозговыми клетками, что плавают в кровяном русле. Каждая клетка, попав в соседний плод, оставляет какой-то нестираемый след, нечто вроде белкового пароля. Ткани зародышей как бы информируют друг друга на будущее: мы свои! Потому даже разнояйцевые, они являются на свет взаимными донорами кожи или любого парного органа, вроде почки.

Узнают таких щедрых близнецов по крови: у каждого две группы — своя и братнина. Не зря же они еще в утробе одарили друг друга кроветворными клетками.

Но братская дележка почками — счастливый случай. Слепой, он спас всего несколько жизней. А тысячи других?

Нет, право же, такое счастье, как жизнь, должно быть зрячим, управляемым, принадлежать всем!

Как же уничтожить тканевый барьер между чужими людьми, чем нанести тот меткий удар, что собьет иммунитет к дареному органу, пощадив оборонительные устройства против микробов?

Есть надежда — сегодня уже немалая — вообще обойтись без ударов. Иммунитет можно не только выработать, но и подавить избирательно — к заданному белку, к ткани, органу.

Правда, будущий даритель должен дважды пожертвовать плотью: сначала микроскопическим кусочком, который загодя вводят в плод, а потом уж и целым органом. Кусочек ткани — это для первого знакомства, он как бы воспитывает в зародыше терпимость ко всем белкам взрослого донора.

С той поры даритель и плод, хоть и не единоутробные, а ближе кровной родни — они никогда не узнают белковой вражды. Пересадка здесь вполне возможна и даже осуществлена.

Не людям, к сожалению, пока лишь мышам, но ведь многие спасительные новшества вошли в клинику через лабораторный эксперимент.



Нобелевский лауреат Питер Медавар сумел насильственно сблизить два совершенно чужих существа. Через брюшную стенку мыши он впрыснул зародышу взвесь клеток, взятых у будущей дарительницы. Плод, как и следовало ожидать, не воспротивился подсадке. Но то был лишь аванс. Когда мышенок родился, ему пересадили кусочек кожи мыши-дарительницы — заплатка приросла накрепко. И навсегда!

Так биологи обвели природу вокруг пальца.

Однако эксперимент шел своим чередом. Удача удачей, а в чем все-таки ее причина, какие механизмы иммунитета застопорились при подсадке плоду чужой ткани, кому природа вообще поручила оберегать белковую чистоту тела? Ведь мышонку явно чего-то не хватало, чтобы отторгнуть, сбросить пересаженную кожу, как это обычно делали все его сородичи.

С них и начали. В сто первый день опыта, когда кожа прижилась, что называется намертво, мышонку ввели растертые лимфоузлы его ближайших родственников по материнской линии. На вторые сутки кожная заплатка отвалилась.

Только ли у лимфоузлов такая власть?

Ввели мышонку другие клетки — ни одна из них не смогла отторгнуть заплату.

Стало ясно: главная помеха пересадкам — лимфоидная ткань, точнее, ее клетки — лимфоциты. Мышонок потому и стерпел заплату, что его лимфоидные клетки еще в утробе как бы притерпелись к посторонней ткани, потеряли на нее «нюх». Но стоило ввести ему лимфоузлы ближайших родственников — и охранительная система сработала: кожный лоскут отпал.

Выходит, за все иммунные реакции ответственность несут лимфоциты. Это они отчаянно воюют с бактериями и всем некстати — с дареной кожей, почкой, любым органом.

Интересно, ново, но, по правде, тут еще не было ничего неожиданного: лимфоидные клетки давно зарекомендовали себя блюстителями внутритканевого порядка. Известны даже «снаряды», которыми они обстреливают микробов, — это большие молекулы гамма-глобулинов, защитных белков, плавающих в кровяной сыворотке.

Но одно дело какой-нибудь стрептококк или вирус, и совсем другое — кусок пересаженной кожи. Попасть в микроб,

может, и труднее, зато кожный лоскут побольше — его, как крепость, с одного залпа не возьмешь.

Лимфоциты берут ее штурмом, а иногда долгой осадой. Окружив островок чужой кожи, они не отступят, пока не разделаются с ним начисто. И с каждой пересадкой их атаки все короче и яростней. Первую заплату мышь терпит двадцать дней, вторую — только неделю, а третью сбрасывает на следующий день: к дареной коже выработался сильный иммунитет.

Перелили кровяную сыворотку такой иммунизированной мыши другому зверьку и пересадили ему чужую кожу. Пусть, мол, с ней разделаются натренированные гамма-глобулины, им тут трудов на сутки. А зверек проходил с заплатой положенные двадцать дней, чужие белки-снаряды не помогли ему сбросить пересаженный лоскут.

Странно, странно... Ведь по микробам, скажем, по каким-нибудь дифтерийным или столбнячным палочкам, иммунная сыворотка бьет немедля: защитные белки ее заранее нацелены на врага. Введенные больному, они быстро помогают ему справиться с нашествием бацилл, обезвредить их яд.

А кожа? Почему она так долго оставалась невредимой?

Видимо, зверька снабдили не тем оружием: сывороточные гамма-глобулины пристреляны только по микробам.

Зато, когда такому же «залатанному» мышонку вприсунули немного лимфоцитов от мыши, перенесшей троекратную подсадку, он живо сбросил кожаный лоскут. Словно сам прошел все три стадии иммунизации.

Сомнений не оставалось: в крови и тканях работают совсем несхожие защитные механизмы. Между лимфоцитами существует разделение труда. Не все они куют оружие против бацилл, стреляют гамма-глобулинами, иные сами нападают на посторонние белки. Атаковав пришитую кожу, клетки-бойцы расправляются с ней врукопашную, без всяких глобулинов.

Вот это было действительно первосортное открытие. Иммунитет всегда связывали с кровью, а организм, оказывается, имеет по меньшей мере два оборонительных устройства. И каждое с точным назначением: белки, плавающие в кровяной сыворотке, атакуют микробов, зато с пересаженной кожей или почкой воюет сама ткань, вернее, блуждающие в ней лимфоциты. А кровь здесь ни при чем: кроме инфек-

ционного иммунитета, сдерживающего всевозможных бактерий, кокков, спирохет, есть еще и тканевая защита.

Человеческий организм как бы в круговой обороне с двумя эшелонами: сывороточные белки — гаммаглобулины, вроде артснарядов, разят противника издалека, тканевые — сокрушают в ближнем бою.

И всего интереснее, что любой пришелец, попав в организм, можно сказать, собственными руками запускает против себя соответствующую охранительную систему. Микроб усиливает размножение клеток, бьющих его гамма-глобулинами, а кусочек чужой кожи, почка вызывают всеобщую мобилизацию лимфоидных «пехотинцев».

Стратегия лимфоцитов почти безошибочна. Но бывают и промахи: воинственной клетке не объяснишь, что чужой — не всегда враг. Природа поступает просто — ставит барьер. Нужно оградить плод от материнских лимфоцитов, и в кровяном русле появляется полупроницаемая плацента. За ней, как за каменной стеной: лимфоцитам здесь прохода нет.

Хирургам бы научиться воздвигать такие стены! Вокруг той же почки или печени. Обернул спасительный орган, скажем, особой пленкой и вшил куда нужно, пусть-ка лимфоциты доберутся до него. А если и доберутся, то немногие — реакция отторжения будет гораздо слабей и, кто ведает, может, совсем угаснет.

Не знаю, как отнесутся к этой идее клиницисты, но в лабораториях она уже нашла применение. Костная ткань, спрятанная в микропористом медальоне, отлично ужилась в теле мышонка. От лимфоцитов она укрыта наглухо, зато мышинные ферменты, витамины, питательные соки имеют к ней свободный доступ. Да и сама кость легко переправляет свои продукты через поры медальона. Так что здесь достигнуто полное согласие животного с чужой тканью.

К сожалению, пока лишь тканью, а не целым органом. Но порой и несколько клеток могут выручить из большой беды. Особенно если они жизненно важные, вроде тех, что снабжают тело гормонами. Ломтик гипофиза, щитовидной или поджелудочной железы, уложенный в плоскую пористую коробочку величиной с пятак, для лимфоцитов недосягаем. Оставшись в теле, он хоть частично возместит утра-

ченную или недоразвитую железу, избавит больного от пилюль и ежедневных впрыскиваний аптечных препаратов.

Но пока исследователи приглаждаются к диффузионной камере, врачи и без нее пересаживают в глаз трупную роговицу. Тысячи слепых увидели свет в клинике украинского академика Владимира Петровича Филатова. А озадаченные иммунологи никак не могли понять причину его поразительного успеха.

Да, у Филатова огромный опыт, он экстрахирург, однако существует закон несовместимости тканей, почему же роговице такое исключение?

В самом деле, почему?

Лимфоцит спасовал: передняя камера глаза для него неприступна. Это своего рода естественная диффузионная камера, густое решето, процеживающее лишь каплю питательной влаги. Так что бороться с пересаженной роговицей здесь попросту некому, да и сама она, замороженная и выдержанная, не вызывает сильной реакции отторжения. Выбрав эту ткань, замечательный врач поистине попал не в бровь, а в глаз: ему помогала сама природа.

Счастлирое совпадение! Но кто поможет другим хирургам?

Московский иммунолог Евгений Зотиков пошел, что называется, напролом: он пересадил взрослой крысе огромный кусок кожи, буквально завернул ее в лоскут. Крыса почти целиком вошла в чужую шкуру. И осталась в ней насовсем. Больше года ученый наблюдал это дерзкое пренебрежение законом несовместимости, но зверек так и погиб, не скинув нового одеяния.

Бывают же такие удачи!

Впрочем, случай скоро стал правилом. Зотиков покрыл кожными попонами множество крыс — все они последовали примеру первой. Нью-Йоркский хирург Конверс вслед за советским исследователем тоже добился отличного приживания крупного лоскута.

Иммунитет молчал.

Что же случилось с ним, отчего вдруг нашло на него такое смирение?

Видно, тканевую самооборону подавила масса противника — величина лоскута. В первой же схватке иммунитет уступил превосходящим силам. Оглушенный, он стих надол-

го. Незаконная пересадка стала достоверным научным фактом.

Не станет ли она когда-нибудь целебным фактором?

Ведь ожоги двух третей тела смертельны. А Зотикову удавалась пересадка как раз больших кусков кожи. Уж не оставила ли природа и в этом чрезвычайном случае спасительной лазейки? Вот одолжила бы!

Правда, воспользоваться ее добротой будет нелегко. Для такой заплаты не наберешься материала. Любой жертвователь, отдав столько кожи, сам станет жертвой, а собирать миром нельзя: кожной мозаики тело не стерпит — это те же лоскутки, что держатся всего несколько недель.

И все же трудность одолима; кожу можно брать от случайно погибших, а когда-нибудь медики станут выращивать ее пластами на искусственной среде, запасут впрок. Ведь жидкая взвесь покровных клеток уже применяется в ожоговых клиниках, придет время и для кожных заготовок.

Разумеется, спасение обожженного не только в пересадке. Но что толку в сильнейших антибиотиках, переливаниях крови, в искусственной почке, отцеживающей из организма яды, если сам он, раздетый огнем, беззащитен. Вернуть телу покров — значит вернуть ему уходящую жизнь. Вот почему я с такой надеждой смотрю на крыс Евгения Зотикова. И хоть эксперименты его еще очень далеки от больничной палаты, быть может, в них частица восстановительной хирургии будущего.

Кожа — самый ходовой материал пластической медицины, но случается нужда и в других тканях. Как быть?

Сближать человеческий плод с будущим донором по методу Медавара — тканевым авансом в утробе — пока никто не решается: риск велик, да и новорожденных миллионы. Поди угадай, кому из них через полвека понадобится печень или желудок. Может, и жертвователь к тому времени умрет или сам будет искать донора. Нет, такой способ сегодня еще не годен. Однако намечается другой — проще и безопаснее.

Чешский биолог Александр Пуза полностью заменил новорожденному щенку кровь. Выкачав его собственную, перелил от взрослой собаки. А потом пересадил щенку со-

бачью почку и больше трех лет наблюдал, как она исправно трудилась на нового хозяина.

Опять нарушение кодекса тканевой несовместимости. Похоже, иммунологи скоро сделают этот закон исключением или научатся обходить его стороной.

Во всяком случае, Зотиков и Пуза стали на такой путь. Но самое интересное, что работали они, можно сказать, рука об руку. Эксперимент советского исследователя и совсем несходный с ним опыт чеха преследовали одну цель — массированный удар по иммунитету. Чужой кожей или кровью — безразлично, главное, подавить невосприимчивость, подчинить тело нуждам пересадки.

И подчиняется! Ведь перелитая кровь — та же ткань, только жидкая. Видимо, она и подавила невосприимчивость, наподобие больших лоскутов кожи, оглушительной дозой.

Выходит, опыты с виду разные, а суть одна.

В чем же она? Почему вообще пересадка куска кожи или даже нескольких клеток порой сокрушает столь мощное сооружение природы, как иммунитет? А прививка вакцины — белка тоже чужого — укрепляет его?

Противоречия здесь нет. Все объяснимо. Только разбирать эту сокровенную механику придется по винтику, вернее, по клетке. Разумеется, лимфоидной: в ней все тонкости иммунитета.

Итак, переходим на клеточный уровень жизни.

## **Большие маневры лимфоцитов**

Клетки-ополченцы — армия особого рода. Годами они мирно странствуют по тканям, а проник в тело враг, просигналило оно тревогу — все войско в сборе. И стар и млад спешит на защиту. Только возрастом они не очень отличаются: лимфоцит всего-то живет около трех месяцев. Так что молодая клетка тут почти ровесник ветерану. И воюет она не хуже, а куда ловчее его: главный заряд гамма-глобулинов выпускают по микробам незрелые лимфоциты. Юные, они принимают на себя первый удар и тут же переходят в контратаку.

Где же эти новобранцы прошли выучку, как умудряются они при первой встрече распознать противника?

Тут в самую пору вспомнить о вакцинах, что тренируют и нацеливают иммунные силы. Но дело-то все в том, что ослабленный вакцинный микроб или вирус находится в теле очень недолго, а память о нем, то бишь неприязнь ко всем его соплеменникам, организм хранит многие годы, порой всю жизнь. Оспенная прививка тому добрый пример.

Да и не только прививка, сама болезнь иной раз оставляет долговечный иммунитет. Корь, скарлатина, желтая лихорадка редко кого навещают дважды.

Теперь смотрите, насколько странно все это выглядит. Воевавшие с микробом, так сказать, бывалые лимфоциты быстро вымерли, сам возбудитель инфекции — главная мишень для обучения свежих клеток — из тела тоже исчез, а иммунитет к болезни остался непоколебим. Стоит микробу снова посягнуть на здоровье, его тут же встретят миллионы клеток-бойцов. Молодые, только что из лимфоузла, они без промаха разят противника гамма-глобулинами.

Выходит, потомкам тех первых, обстрелянных клеток вовсе не нужен образец для отливки «пуль», они отроду с ним знакомы. Ни разу не соприкоснувшись с микробом, новорожденные лимфоциты владеют сильнейшим противомикробным оружием. Холерной «запятой», коховской палочке, вирусу кори — любому гостю здесь уготована горячая встреча. Каждая клетка словно заранее получает сведения о противнике. И энергично атакует его.

Откуда у нее столь важная информация, как она вообще обретает боевую сноровку?

По наследству. От тех первых, что некогда боролись с вакцинами и «дикими» бактериями. Та схватка, хоть и была короткая, запомнилась организму навечно. Битый микроб исчез, растворился, но след его не простыл в поколениях новых лимфоцитов. Из рода в род, от клетки к клетке переходит эта удивительная способность выискивать и поражать лишь «своего» врага.

Память? У клетки? Да как может она что-либо упомнить, если ей нечем запоминать?! Нейрон — другое дело, в нем, верно, есть особый запоминающий механизм. Но лимфоцит — клетка-солдат, ей рассуждать не положено... Ан нет! Атакуя, она по-своему размышляет: и у нее есть опознающее устройство.

Но прямо скажу: как бы ни была цепка эта память, сила лимфоцитов не только в ней.

Единство — вот их главный козырь в борьбе. Нацеленные на общего недруга, клетки объединяются в боевые сообщества — клоны; вся лимфоидная ткань разбита на такие подразделения. В этой мозаике охранительных клеток организм постоянно черпает защитников от множества микробных напастей.

Вибрион, спирохета, туберкулезная палочка — любой микроб, вторгшийся в тело, отбирает среди лимфоидных дружин ту единственную, что способна сражаться с ним не на живот, а на смерть. Бацилла вводит в бой оборонительные клетки, нацеленные исключительно против нее самой. И тем навлекает на себя залп предназначенных ей «пуль» — гамма-глобулинов. Словом, на каждую напасть у организма особая снасть.

Нельзя ли увидеть ее в деле? И заодно выяснить, так ли устремлен лимфоцит-охотник на одного зверя?

Красивый опыт на изолированной клетке помог уточнить ее взаимоотношения сразу с тремя микробами. Привитые кролику, они выработали в нем невосприимчивость к трем разным инфекциям. Когда иммунитет окреп, кроличий лимфоузел растерли, аккуратно отделив несколько клеток, перенесли их в питательную жидкость. Лимфоциты плавали, росли и регулярно вырабатывали гамма-глобулины. Тогда их расселили: в капле влаги жила одна защитная клетка. Тут уж можно было выяснить ее личное отношение к каждому из трех микробов. Оно действительно оказалось очень индивидуальным: клетка интересовалась только одним микробом. Два других чувствовали себя в ее обществе совершенно свободно. Зато посаженный в каплю избранник был мгновенно атакован и скован, его замершие жгутики свидетельствовали: мертв.

А остальные микробы?

С ними разделились лимфоциты, жившие в других каплях. Каждый бил своего «избранника», но иные укладывали сразу двух, видимо, отливали два сорта гамма-глобулинов.

Теперь лимфоидная ткань уже никому не казалась безликой массой. Ее клетки ревниво оберегают биологическую неприкосновенность тела, но всякая на свой лад.

Из таких воительниц и сформированы клоны — боевые соединения, что противостоят общему врагу.



Я много говорил о защите, обороне, но тактика лимфоцитов всегда наступательна, они не ждут противника, а спешат ему навстречу. И навязывают бой. Сперва неравный, гибельный для себя, но тут-то и сказывается их ловкий маневр. Когда микроб внезапно нарушает границу тела, его атакуют немногочисленные отряды клеток — форпосты, обреченные на смерть. И пока они ведут авангардные бои, сдерживают противника, организм быстро наращивает армию лимфоцитов. В нем стремительно размножаются клетки, враждебные именно микробу-нарушителю. Давнее знакомство не прошло для них даром. Расселившись по самым укромным уголкам тела, они всегда жили в состоянии повышенной боевой готовности.

Неприятель снова здесь — и соответствующий клон лимфоидной ткани без промедления выставляет огромную рать атакующих клеток. Укрытые в глубоком тылу, они разом выходят на врага. И наносят ему массированный контрудар.

Хитрую тактику выбрали лимфоциты. Разделились на клоны да еще маневрируют. Но иначе нельзя. Натиск микробов быстр и сокрушителен, сдержать его может лишь равный по силе ответ. Организм напряженно ищет оборонительные резервы, в первую очередь среди лимфоидных клеток. А лимфоцит, побывавший некогда в лапах бациллы, как раз и есть родоначальник клона таких потомственных вояк. Загодя упрятанные, они всегда начеку, всегда готовы размножиться и дать врагу генеральное сражение.

Тонкие сети сплела природа микробам. Заставляет их всякий раз реагировать с заданными клетками, а в самой реакции — ключ к запуску мощного противомикробного механизма, того долговременного иммунитета, что годами страхует нас от многих бед.

Ловко задумано! И все мы знаем — довольно надежно.

Впрочем, едва ли природа имела другой выход. Избавить нас от микробов она не могла, но защитить была обязана.

Хорошо, от микробов — обязана. Но как организм умудряется воевать решительно со всеми незнакомыми белками? Ведь любую белковую молекулу, попади она в тело, тотчас атакует какой-нибудь лимфоцит. Сроду не видел ее, а встретились — и сразу в бой. Точно собака с кошкой.

Иной раз искусственно синтезированное вещество получает отпор сильнее бациллы. Лимфоцит так умело расправляется с ним, словно всю жизнь готовился к этой схватке.

Но в том-то и дело, что ни он, ни его дальние предки даже не подозревали о существовании такого вещества. Свалилось оно с Луны, не было бы большей неожиданностью. А гамма-глобулины против него уже готовы. И на тысячи других тоже найдутся. Откуда же такая прыть? Ведь лимфоцит, как мы видели, нацелен строго на один белок, а белковых молекул в мире тьма.

Объяснить эту загадочную расторопность помогло одно смелое, но довольно простое допущение: организм от роду оснащен набором лимфоидных клеток против всех существующих на свете белков. Попросту говоря, всякого пришельца в теле ожидает особый отряд лимфоцитов.

Их тут не счесть. Поделив микробное царство, подвижные клетки странствуют по всем закоулкам тела, в иных оседают, устраивают засады. И каждая высматривает, не появится ли ее личный враг. А появился — пощады не жди: весь клон поднимается в атаку.

Выходит, микробы, вирусы да и вообще любой чужеродный белок заняты в организме отбором наиболее воинственных клеток. Изменчивые, многоликие, они натываются на такую же особенность лимфоцитов. И сами же натравливают их против себя, поднимают в наступление один из боевых клонов.

Вирус-селекционер, работающий на свою погибель, — неплохо это придумано!

Так идея естественного отбора, приспособления, с дарвиновских времен овладевшая умами биологов, перешла на клеточный уровень жизни, объяснила удивительную способность организма к противоборству с любым противником.

А порой и с другом. Ведь именно из-за этой похвальной расторопности динамичных, расселившихся по всему телу лимфоцитов не приживается пересаженный орган. Подвижные клетки тем и сильны, что с ходу берут его в кольцо и атакуют врукопашную.

Дорого иной раз обходится их воинственный пыл! Тем скорее нужно научиться унимать его, избавлять организм от губительной брезгливости к чужой ткани. И хоть непривычно иммунологам, вчерашним создателям мощных сывороток и вакцин, изыскивать сегодня средства, взламывающие оборону тела, как бы подсыпать песок в его сопротиви-

тельные механизмы, здесь, в этом странном, с виду противостественном занятии — путь к спасению многих жизней.

Еще короткий, длиной всего в два десятилетия, он начался в тот день, когда австралийский биолог Френк Макферлан Бернет впервые задал себе вопрос: почему природа, наделившая все живое строгой индивидуальностью, обошла однояйцевых близнецов, позволила им обмениваться органами?

Проницательный австралиец почуял в этом редкостном случае какой-то общий закон, раскрывающий тонкую механику иммунитета. И от исключения перешел к правилу: иммунитет — не готовая машинка, заложенная в тело от роду, он развивается вместе с плодом. И, значит, может быть изменен, управляем.

Да, управляем! Не сразу организм становится закоренелым собственником, ревниво стерегущим свое добро. В зародыше, видимо, появляются даже семейства лимфоцитов-предателей, способных нападать на его же ткани. Но эти агрессивные клоны он уничтожает в первых же стычках.

Растущий организм как бы накладывает вето на все, что может хоть когда-нибудь помешать его благополучию, нарушить внутреннюю субординацию тканей. И сколько бы тысяч, может быть, десятков тысяч «запрещенных» клонов ни возникло, он выбивает их все до единого. К моменту рождения остаются лишь клетки, оберегающие от микробов и посторонних тканей, — гвардия иммунитета.

В борьбе зародыш прокладывает себе дорогу к жизни.

Эта остроумная гипотеза объяснила много непонятных явлений. И среди них — успешную пересадку между близнецами.

Соседи по утробе, эти близнецы пользуются единым кровотоком, чтобы заслать друг другу клетки. А те на корню губят початки лимфоидных клонов — боевых дружин, что впоследствии могли бы помешать пересадке, атаковали бы чужой орган. Уничтожая отряды лимфоцитов, странствующие клетки как бы пробивают брешь в охранительной системе организма, заранее приучают его к себе.

Выходит, каждый такой сосед не просто знакомится с белковым паролем брата, но властно вмешивается в интимнейшие процессы иммунитета, участвует в его становлении.

**Завидная доля. Хорошо бы разделить ее!**

И здесь Бернета озарило: ткань, введенная зародышу накануне рождения, обязательно уничтожит направленные против нее клоны лимфоцитов. Лишив организм оборонительного оружия, она и взрослым заставит его смириться перед собой, послушно принять пересаженный орган, словом, станет своей.

То было прозрением. Ученый-теоретик, едва ли стоявший когда-нибудь за операционным столом, первым предсказал способ преодоления белкового барьера, открыл путь пересадкам — пока лабораторным, между животными да цыплятами, но несущим великую надежду миллионам людей.

С тех пор все ждали опыта — победоносного или ниспровергающего.

И когда Медавар несколько лет спустя поставил свой известный эксперимент с мышами, а Гашек сроднил цыплят, утят, индюшат, — словом, когда произошли события, о которых вы узнали в предыдущей главе, все поняли: догадка Бернета, а с ней и вся теория клонов получили веское подтверждение.

Но сам ученый отнесся к этому очень сдержанно. Истый исследователь, он видел факты, враждующие с его теорией. И в них искал зерна новых открытий, свежих мыслей, тонких экспериментов. Не стану рассказывать вам о всех деталях этого честного поединка с самим собой; он еще не окончен. Да и вряд ли когда-нибудь кончится: движение науки в борении идей.

Для нас же важен факт: появилась новая интересная гипотеза — прорыв в таинственную лабораторию жизни.

За ним вскоре последовал еще более глубокий рейд по тылам организма.

## **Сюрпризы тимуса**

Удивительные биографии не только у людей. Вот, например, вилочковая железа — тимус. О ней можно повесть написать с приключениями и неожиданным концом. Сто лет гадали ученые о назначении этого странного «орешка», приютившегося по соседству с могучей щитовидной железой. Чего только не приписывали ему, да так и не разобрались.

Из учебника в учебник кочевал он с обидной характеристикой: мол, пустяковая желёзка, неведомо зачем живет, а к двенадцати годам и вовсе исчезает, рассасывается. С поджелудочной или гипофизом и сравнивать нечего: неровня.

Полузабытая вилочковая железа скромно отсиживалась в своем углу. И вдруг в один день стала знаменитостью, звездой первой величины. Славу принес собравшийся в Москве летом 1962 года Международный противораковый конгресс.

Ученые слышали здесь нечто неожиданное: в загадочном органе скрыт один из главных механизмов иммунитета. Тимоня тимус, оказывается, участвует в составлении того заветного «списка», в который навечно вносятся все белки тела. В этом неприметном закутке живого организма рождается великое множество лимфоцитов. И все они на месте проходят особую подготовку, обучаются отличать свое от чужого — узнают белковый пароль собственных тканей. Тимус — главный резерв и академия охранительных клеток тела.

Учеба здесь идет, видимо, ускоренным методом: весь курс рассчитан на последние недели зародышевого развития да на первые часы жизни — время, когда организм как бы привыкает к самому себе, знакомит иммунитет со своим белковым достоянием.

Затем — итог, и тимус разом подводит черту, заканчивает «опись». Попавшие в нее ткани навсегда признаны личной собственностью тела.

Вот вам и пустяковая желёзка! Ни один орган не обладает подобной властью над иммунитетом. Даже не верится, что горошина-тимус — владыка могущественной оборонительной системы организма.

Да и полно, такой ли уж владыка?

Оставив новорожденную мышь без вилочковой железы, англичанин Джек Миллер действительно сломал иммунитет: из крови исчезли почти все лимфоциты. Безоружная мышь страдала от самых незлобивых микробов. Лишенная тимуса в первые часы жизни, она уже никогда не могла противостоять посторонним белкам, разобраться, где свои, где чужие. И самое важное: утратила исконную вражду

к тканям других животных, ту брезгливость, что от века мешала пересадкам.

Вилочковая железа словно унесла с собой «список» утвержденных белков. С той поры иммунитет потерял главный ориентир, запутался и не мог больше охранять тело. Мышь отлично уживалась с тканями ближайших сородичей и — великое дело! — перестала сопротивляться пересадкам от зверьков иного вида.

Морская свинка, хомяк, крыса по очереди дарили ей кусочки собственной кожи. И все было принято: невосприимчивость исчезла вместе с тимусом.

Да, видно, в нем заложен весьма важный опознающий механизм. Из чего он собран, как работает?

Главной деталью здесь, разумеется, был лимфоцит. Но после удаления тимуса выяснилось, что исчезают не все, а только малые лимфоциты — клетки на редкость юркие и агрессивные.

Операция на вилочковой железе как бы выключает их из лимфоидной системы. И хоть эти шарики впрямь невелики, в обороне мышинного тела сразу образуется огромная брешь.

Все клетки на месте, гамма-глобулинов тоже достаточно, а нет в организме какого-то ничтожного шарика — и некому защитить его. Разыгрывается тяжелейшая драма — гибель иммунитета. Парализованный, он словно свидетельствует, что больше всего зависел от малого лимфоцита.

Заметьте, какая тут тонкая специализация: иммунитет связан не со всей лимфоидной тканью, а лишь с одной из ее клеток.

Нашелся наконец истинный носитель белковой «описи» тела, ревнивый страж его благополучия!

И вот этими-то блюстителями внутритканевой чистоты тимус буквально наводняет тело уже в первый день жизни. Засев ими все лимфоидные органы — костный мозг, селезенку, лимфоузлы, — он как бы расставляет свои форпосты. Клетки-колонисты быстро осваиваются и дают богатый урожай. С той поры защита организма в надежных руках, и тимус остается вроде бы совсем без дела.

Говорят, в таких случаях смерть неминуема, а он удесятеряет вес и живет еще много лет. Значит, чем-то занят, полезен. Интересно — чем?

...Есть подозрение, что и в «отставке» тимус продолжает наставлять молодых лимфоцитов правилам военного искусства, учит потомков тех первых клеток-колонистов быстро опознавать врага. Попадая сюда с мест засева, эти свежие лимфоциты, клетки-новобранцы заново знакомятся с реестром собственных тканей, проходят особую разведывательную школу организма. И, покинув ее, пополняют ряды защитников тела.

Но сам тимус в иммунных реакциях не участвует: он за прочным барьером. Лишь проникнув внутрь вилочковой железы, чужеродное тело заставляет ее вырабатывать анти-тела.

Зато вещества наследственности — дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) — здесь хоть отбавляй. И неспроста: в химическом строении этого сложного вещества, видимо, записан пароль, которому обучаются молодые лимфоциты. Усвоив в тимусе ДНК, пришлые клетки всякий раз получают исчерпывающие сведения о наборе белков организма. И навсегда сохраняют к ним полный нейтралитет.

Выходит, вилочковая железа только с виду изолирована. На самом деле она активный боец, может быть, главарь самообороны тела, наставник многих поколений лимфоцитов.

Впрочем, пока это лишь догадка. Смелая, интересная, она требует фактов.

Вот они: большой дозой рентгеновских лучей мышь лишили иммунитета, обезоружили перед микробами, а спустя несколько дней ввели ей ДНК, добытую из лимфоцитов здорового зверька. Облученная мышь тут же стала вырабатывать гамма-глобулины, защищаться от инфекций. Видимо, свежая ДНК внесла в нее какую-то иммунную информацию, снабдила лимфоидные клетки эталоном для отливки антител.

Тимус насыщен дезоксирибонуклеиновой кислотой. И надо полагать, она несет здесь такие же обязанности, снабжает защитные клетки «списком» своих белков.

Но противомикробная защита — полдела; есть еще и тканевая — та, что мешает пересадкам. И раз уж ДНК хранит сведения о всех белках своего хозяина, не может ли она включить их в белковый пароль другого животного?

Извлекли это магическое вещество из кровяных клеток

крысы и впрыснули ее соседке. А потом срезали у первого зверька кусочек кожи и пересадили второму: полное приживание!

Успех немалый. Однако сопутствовал он не всем опытам. Только четверть участниц эксперимента покорно внесли чужие белки в свой заветный список. У остальных неприязнь к пересадкам была по-прежнему сильна. Видно, ДНК не всемогуща, да и не так-то просто ей включиться в тонко отлаженную структуру чужого лимфоцита.

Но пока молекулы нуклеиновых кислот осаждают неподатливые клетки, посмотрим, на что способна вся железа, не в ней ли упрятан ключ к пересадкам.

Ключ-то ключ, да двери больно широко раскрывает — без разбора и пересаженной коже, и опасным микробам. Вы уже видели, как была беззащитна мышь, лишенная тимуса, ведь вместе с тканевым барьером сломался весь ее хрупкий иммунный механизм.

Навсегда ли? Что будет, если животному вернуть железу?

Надо полагать, все образуется, скажете вы. И не ошибетесь: стоило пересадить обезоруженной мыши чужой тимус, она тут же вновь обрела противомикробный иммунитет и стойкую невосприимчивость к посторонним тканям. Но не ко всем. Один зверек стал исключением — от него все приживалось прочно.

Это была как раз та мышь, что отдала свою железу для пересадки. Пожертвовав тимусом, она стала участницей интересного открытия: белковая несовместимость преодолима, управляема. И не только у зародыша, тканевым авансом (как делает Медавар), но даже у взрослого животного — пересадкой вилочковой железы.

Дареная, она проторит путь другим пересадкам, сблизит ткани бывшего и нового хозяина.

Беда только, что этому новому нужно еще при рождении удалять собственную железу: лимфоциты расселяются из нее в первые сутки. Не успел убрать тимус — иммунитет утвердился на всю жизнь.

Жаль, что людям такой метод пока не пригоден: кто же рискнет обезоружить новорожденного ради будущих пересадок!



И все же эксперименты на вилочковой железе не пройдут без пользы, раскроют важнейшие секреты оборонительной системы человеческого тела.

Когда и чем взламывать ее, как подавлять невосприимчивость к тканям, сохранив противомикробную оборону, верно ли, что малый лимфоцит играет столь крупную роль в иммунитете,— вот вопросы, на которые должна ответить едва приметная горошина-тимус. И если малые лимфоциты действительно оказывают такое влияние на пересадки, биологи наверняка сумеют аккуратно выловить их или временно вывести из строя точно отмеренной дозой радиоактивных лучей.

Иммунитет уцелеет, а тканевый барьер рухнет. Медики смогут наконец без осечек заменять больные, сношенные органы, пересаживать жизненно важные ткани — спасти человека от смерти. А тимус, перейдя к нему от старого владельца, как бы упрочит пересадку, закрепит благотворный союз тканей.

Однако железа железой, да все причуды иммунитета ею не объяснишь.

## **Опасное сходство**

Неразрешимые загадки предлагает порой жизнь. Почему, скажем, болезнетворные микробы столь постоянны в выборе жертв, поражают всегда один и тот же вид животного? Собака, например, никогда не болеет туберкулезом, лошадь — тифом, кошка — сибирской язвой. Многие лабораторные зверьки к неудовольствию экспериментаторов часто отказываются болеть распространенными среди людей инфекциями, вроде гриппа, дизентерии, кори. Зато обитатели вивариев порой сотнями гибнут от моровых поветрий, обходящих человека стороной.

И в то же время некоторые животные приносят тяжелейшие эпидемии. Одни чумные крысы чего стоят! А суслики, тарбаганы... Но чумой болеют и собаки, а от них пока никто не заразился, да и сами они устойчивы к человеческой чуме.

Как все это понять, откуда у микробов такая разборчивость?

Дело, видно, не во вкусах, а в тонком строении бацилл. Вероятно, оно чем-то схоже со структурой человеческих белков, к которым организм приучен смолоду. Пользуясь этим совпадением, микроб, словно под камуфляжем, проникает в тело.

Организм, разумеется, никогда не признаёт его своим, будет бороться до последнего лимфоцита, но главное уже сделано: оборона прорвана, микроб в теле. Замаскированный, он некоторое время неуязвим. Иммунные стражи вскоре разоблачат его, однако, поздно: микроб уже успел дать огромное потомство. В ход идут антибиотики, сыворотки, химиопрепараты...

Смелая гипотеза?

Не спору. Но в общих чертах она довольно правдива.

В самом деле, много ли микробов попадает иной раз в царапину, чтобы так вот безнаказанно орудовать в теле? Ведь оно обладает миллиардами охранительных клеток, несметными запасами живых пуль — гамма-глобулинов, и все же выпускает врага. Зато маскировка микроба под «своего» хорошо объясняет временное бездействие могучих защитных механизмов.

Это как раз тот короткий период, когда человек еще не подозревает, что заражен, а бациллы в нем уже множатся, используют недолгую заминку иммунитета. Да и как не пользоваться, если болезнетворными они потому и стали, что имеют какое-то отдаленное химическое сходство с белками человека, питают к нему особое пристрастие. И главное, умеют обходить лимфоидных стражей.

К счастью, природа одарила таким сходством не всех бацилл. Ключик к иммунитету доступен лишь тем немногим, что перечислены в учебниках медицинской микробиологии да инфекционных болезней. Но и эта малость порой уносит множество жизней.

Люди и микробы в вечной схватке. Будем надеяться, что новая гипотеза даст нам перевес в этом трудном поединке.

Иммунитет — устройство своеобразное, иногда просто опасное, вызывающее тяжелые болезни. Их так и называют — аутоагрессивные. Вызванные какой-то поломкой иммунной механики, они заставляют организм работать против самого себя.

Ревматический полиартрит, эритематозная волчанка, нефрит, гемолитическая анемия — за этими звучными словами скрывается довольно странное состояние, когда лимфоцит, призванный оберегать своего хозяина, неожиданно ополчается на него, ожесточенно разрушает собственные ткани тела.

Чем тело прогневало его? Или, может, он озлобился сам вдруг?

И то и другое. Организм иногда все-таки попадает во власть запрещенных лимфоидных клонов, работающих против него самого. Выбитые в зародыше, они внезапно появляются у взрослого.

Под влиянием вирусной инфекции или других причин в теле нарождаются лимфоциты, не признающие закона «своего и чужого». Размножаясь, эти анархисты атакуют породивший их организм по всем правилам иммунитета, ввергают ткани в губительную междоусобицу. В сыворотке больных находят антитела, нацеленные на самые разные ткани. Порой лимфоциты осаждают кожу — и тогда начинается волчанка, иногда обстреливают гамма-глобулинами красные шарики — наступает тяжелая анемия, малокровие.

Иммунитет ведет с организмом настоящую гражданскую войну. И главной ударной силой, как всегда, использует лимфоидные клетки.

Выходит, больной сам себя побивахом. Это же противостоит естеству! Однако что делать — лимфоциты слепы, им не объяснишь...

Зато унять их следует. Разумеется, только диких, нарушивших закон «своего и чужого».

Пока, к сожалению, средств для такого тонкого разделения нет.

Взбунтовавшихся лимфоцитов можно смирить лишь сильным ударом по всему иммунитету, скажем, кортизоном или адренокортикотропным гормоном — АКТГ. Кстати говоря, целебное действие препаратов, подавляющих иммунитет, как раз и подтверждает, что именно в нем коренится суть этих болезней. Но со временем иммунохимии научатся отделять добро от зла, найдут лекарственную или биологическую узду лишь на бунтующих лимфоцитов.

Правда, лимфоцит не всегда виновен. Иной раз причина разлада в самой пострадавшей ткани. Стоит ее клеткам измениться под действием каких-нибудь болезнетворных

причин, лимфоциты сразу берут этих незнакомцев в штыки. Вирус желтой лихорадки, например, поселившись в печени, уродует ее клетки до неузнаваемости. Лимфоидная гвардия, разумеется, тут как тут. Начинается борьба с собственной тканью.

Такая же механика, видимо, у болезни суставов — ревматического полиартрита. Стрептококковая инфекция поражает синовиальные оболочки суставов, меняет химическое обличье клеток, и лимфоциты, не узнав их, нападают на искаженную ткань. Раз, другой, третий... Стражи внутри-тканевого порядка, они никому не прощают измены.

И все же эти недуги излечимы, здесь источник бедствия — микроб или вирус — у всех на виду. Исчез он — все вернулось на место.

Бывает сложнее. Иногда и лимфоцит вполне нормален и ткань ничем особенным не отличается, а между ними тяжкий конфликт. Лимфоидные клетки вдруг берут щитовидную железу в кольцо и доводят до полного истощения. Не только железа, даже выделенный ею гормон разрушается от их непрерывных наскоков.

Где тут скрыта беда?

В оболочке. Непроницаемая для лимфоцитов, она плотно окутывает железу. Ни в зародыше, ни у новорожденного лимфоидные стражи не могут познакомиться с органом, живущим по соседству, не включают его в заветный «список». Зато, когда железистая ткань через надорванную или истонченную оболочку внезапно выходит в кровь, ей не приходится рассчитывать на пощаду.

Лимфоциты сначала атакуют ее обрывки и, наловчившись, всю железу. Не пряталась бы, мол, от нас до поры — стали бы своими.

Впрочем, дело здесь не только в пострадавшей: нападающие клетки проявляют какую-то особенную силу, злость — свойства, вызванные скорее всего неисправностью общего контроля над иммунитетом.

Но что железа! Порой вся нервная система, сам мозг, укрытый прочнейшим барьером, становятся жертвами неожиданного натиска агрессивных клеток.

Однако мозг — орган не рядовой.

## Последнее звено

Если бы микробы были тщеславны, вирус бешенства вызвал бы у них бешеную зависть: его укрощал великий Пастер. А это само по себе дает право на бессмертие. История французского пастуха Жюпиля и смоленских крестьян, искусанных волками и спасенных пастеровской вакциной, почти сто лет вдохновляет писателей и художников, скульпторов и кинорежиссеров.

Что говорить, драматические события разыгрались некогда на тихой парижской улочке, где теперь стоит памятник в честь первой прививки замечательной вакцины. И я, склонив голову перед мудростью и мужеством ее создателя, хочу лишь немного продолжить эту необыкновенную историю. На то есть веские, ценой в человеческую жизнь, основания. Вот они.

«В июле 1957 года меня укусила собака. Мне сделали семь уколов антирабической вакцины. После седьмого укола я лишился всякого движения и в тяжелом состоянии был доставлен в больницу. Советской медициной были приняты все меры, чтобы спасти мне жизнь. Я молод, мне тридцать два года, и вот уже шестой год я прикован к постели». Это письмо из Грузии.

Украинскую сверстницу молодого грузина парализовало через неделю после прививок, третий год она лежит пластом... И снова весть из Грузии: «Укусила собака. После седьмого укола стало плохо, а на десятый день наступил полный паралич».

Пожалуй, хватит, вы и сами видите, что вакцина эта не совсем обычна: добро и зло в ней уместились рядом.

Что же случилось, почему прививка, спасающая тысячи людей от мучительной смерти, иных обрекает на муки, а порой, страшно сказать, убивает?

Об этом думал и Пастер, но даже гений не мог тогда догадаться, что беда скрыта в кроличьем мозге, из которого готовят вакцину. Мозговая ткань кролика, где плодятся возбудители бешенства, в каком-то далеком родстве с человеческим мозгом: природа наделила их сходными белками.

Это безобидное с виду совпадение оказалось роковым.

Каждая прививка вакцины вместе с целебными вирусами вносит в тело и кроличий мозг. Чужеродный белок, он

тут же получает решительный отпор, лимфоциты стремятся выбросить его за порог. Таков закон иммунитета. Но в этой справедливой борьбе лимфоциты обретают опасное свойство. Закаленные в схватке с кроличьим мозгом, они неожиданно атакуют нервные клетки своего хозяина, легко проходят через оболочки человеческого мозга и бьют его как врага. Наступает паралич центральной нервной системы.

Так сходство мозговых белков животного и человека привело к тяжелому осложнению, а целительная вакцина обернулась опасным оружием.

Медики, конечно, не отложат его в сторону: осечка — еще не повод бросать ружье. Да и сказывается она лишь на одном из пяти тысяч привитых. Но если вспомнить, сколько людей побывает за год на прививочных станциях, риск окажется слишком велик. Как уменьшить или вовсе свести его на нет?

Проще всего, казалось, уничтожить в вакцине белок, вызывающий параличи. Мол, не на чем будет лимфоцитам тренировать пагубные свойства — мозг останется невредим. Но это лишь казалось просто: белковый балласт был куда устойчивее вирусов, ради которых его вводили в организм. Формалин, пар, ферменты и даже ультразвук ничего не могли с ним сделать. Американские исследователи годами очищали вакцину от опасного белка. И все безуспешно: разрушая его, они всякий раз уничтожали спасительные вирусы.

Видимо, у задачи было другое решение, быть может, еще проще и наверняка остроумнее.

Его нашли советские вирусологи Инна и Георгий Свет-Молдавские. Эти ученые знали, конечно, о неудачах американских коллег, но им был известен очень важный факт: мозг новорожденных мышей и крыс не содержит опасных белков. Только на третьей неделе в нем появляются вещества, губящие нервную систему. А до той поры мозговая ткань крысы неспособна запустить защитные механизмы, попросту: она еще не может обучить лимфоцитов контратаке. Потому первые две недели иммунитет молчит. Зато вирусам бешенства, из которых делают вакцину, и трех дней достаточно, чтобы заполнить все мозговые клетки и дать огромный приплод.

Почему американцы прошли мимо этого открытия, сделанного их соотечественником Кеботом, непонятно.

Свет-Молдавские замкнули цепь: вакцину нужно готовить из мозга крысиных сосунков, пока в нем нет опасных белков. Три недели — большой срок, вирусы бешенства успеют расплодиться, принести здесь несметное потомство, пригодное для вакцины. И будет она, эта вакцина, действительно безвредной: лимфоциты привитого человека не встретятся с тем коварным белком — некому будет обучить их вражде к собственной мозговой ткани. И в том залог абсолютной безопасности прививок.

Абсолютной ли? Ответить мог лишь эксперимент.

Недельным крысятам прямо в мозг ввели вирусы бешенства. Через четыре дня они погибли, и мозг их пошел на изготовление вакцины, а еще через неделю ученые испытывали ее на лабораторных зверьках.

Проверяли ее, как здесь говорят, в максимально жестких условиях опыта, что называется, на совесть. К вакцине добавили препарат, удесятеряющий ее губительную силу, и ввели пятнадцати морским свинкам.

Заболей хоть одна — не быть открытию.

Но свинки здравствовали. А вместе с ними жила идея. Утверждаясь, от опыта к опыту обрастая плотью фактов, она потребовала наконец решающих испытаний.

Вакцину собственноручного изготовления ученые решили испытать в первую очередь на себе. За первой прививкой другая, третья... Весь курс прошел благополучно. После многих проверок препарат попал наконец в руки врачей.

Им привили уже несколько тысяч. И ни одного осложнения. Вакцина несет теперь только доброе начало. Уроженка Парижа, от зла она окончательно избавилась в Москве. Отсюда ей предстоит путь на Украину, Поволжье, Кавказ — ко всем пастеровским станциям страны.

Пусть будет недолгой эта дорога.

...Пересадки, вакцины, аутоиммунные болезни — что еще заботит нынче исследователей защитных реакций?

Рак. С ним особые счета. Иммунологи надеются свести их первыми.

## Поиски и надежды

Больная ткань живет вне закона. Одичавшая, она сама себе владыка. Но закону несовместимости все-таки послушна: человеческая опухоль кролику не привьется. А ведь понять ее капризы, проследить сокрушительные броски раковых клеток в глубь тела легче всего на живой модели, где в постоянном движении, росте взбунтовавшаяся ткань разоблачает свою тактику.

Медикам такая модель очень нужна. Но как получить ее?

Иммунологи предложили испытанный прием — еще в утробе знакомить подопытное животное с клетками человеческой опухоли. Тогда взрослым оно воспримет их без сопротивления. Ткань больного будет жить и развиваться в лабораторном зверьке, как у себя дома. Здесь медики яснее разглядят ее петлистые ходы, быстрее отыщут препараты, способные остановить буйный натиск опухолевых клеток.

Рак заставил экспериментаторов пойти на обходной маневр. Прививая опухоль, они учатся уничтожать ее. Но ученые делают ставку не только на лекарства. В самом организме они ищут силы сопротивления этому страшному недугу. И находят!

Есть в здоровом теле какой-то строгий механизм, контролирующий развитие тканей. Сломался он — жди беды. Знать бы, где упрятано это драгоценное устройство, как работает.

Снова эксперимент. Подопытные — несколько добровольцев, согласных на пересадку раковых клеток от больного. Вот им вводят смертоносную ткань, увозят в палаты... Что ждет этих смельчаков?

День, другой, третий... Быть может, злокачественные клетки дали уже ростки, исподволь занимают в теле рубеж атаки, чтобы вдруг учинить жестокую расправу?

Ничего похожего; привитая ткань погибла, рассосалась, не оставив следа. Здоровый организм уничтожил ее на корню. Контролирующее устройство сработало безотказно: опознав больные клетки, оно тут же изгнало их из тела.

Впрочем, не много ли за один раз: изгнало — это факт, но верно ли, что опознало? Может, здесь действовал обычный закон несовместимости, ведь раковые клетки были не собственные, чужие. А раз так, организму дела нет, здоро-



вые они или злокачественные — не свои, и баста: гнать их!

Подозрение законное, иммунитет и впрямь слеп. Но от такого защитника на сей раз мало радости, ведь ученые ищут в теле не хлопущку, бьющую по любой посторонней ткани, а специальное прикрытие от рака.

Существует ли оно? Как доказать, что больные клетки изгнал особый противоопухолевый иммунитет, что ошети-нился он только против их уродства?

Новый опыт. В нем участвуют трое пораженных неизлечимым раком. Хирург пересаживает им кусочки чужой опухоли. И тут действительно все идет иначе: привитые клетки растут и размножаются без помех. Организм почти не сопротивляется им. Но — очень важно! — только им: инфекционные вирусы, которые врачи пытались натравить на опухоль, встретили сильнейший отпор. Больные вырабатывали против своих спасителей антитела. Беззащитные перед злокачественными клетками, они энергично боролись с микробами, отторгали любую пересаженную ткань, кроме опухолевой.

Значит, ослаб у них не весь иммунитет, а лишь противо-раковый.

Да, есть все-таки в теле и такая защита. Иначе эти факты не объяснишь. Какой-то механизм неустанно оберегает ткани от перерождения, следит за каждой клеткой. И чуть заметил больную, тут же бракует ее, восстанавливает порядок. Те трое, видимо, лишились этого замечательного контролера и, кто знает, может быть, потому не смогли противостоять напору опухолевых клеток.

Грозна стихия взбунтовавшейся ткани, но не всевластна. Порой организм вступает с ней в единоборство. И выходит победителем. Один на один, без всякой помощи со стороны дает раку отпор.

Больная ткань, словно наткнувшись на невидимую преграду, отступает, ее клетки быстро растворяются, исчезают навсегда. Идет бурное самоизлечение. Даже очень злые опухоли, вроде рака бронхов, иногда внезапно начинают таять, поддаются живительной силе, исподволь накопленной больным.

Такое бывает, конечно, не часто, но бывает: в борьбе с недугом организм обретает стойкую невосприимчивость.

Откуда она, нельзя ли ее наращивать, повышать сопротивление раку специальными сыворотками и вакцинами?

Да, именно вакцинировать от опухолей, предупреждать и лечить их, как дифтерию или полиомиелит, препаратами точного назначения.

Вы, кажется, недоумеваете: рак — болезнь незаразная, при чем же тут сыворотки? Но вспомните, ведь, кроме противомикробного иммунитета, организм располагает еще и тканевым, обороняющим от чужеродных клеток, в том числе от опухолевых. И раз больной сам иногда вырабатывает сильную невосприимчивость к раку, видимо, ее можно привить, выковать искусственно.

Счастливая мысль! И вполне осуществимая. Инфекционистам она служит уже полтораста лет. Но рак — не оспа, тут дело потруднее.

Прежде всего нужно было выяснить, насколько точно бьет такой привитый иммунитет по злокачественным клеткам, способны ли эти оборотни вызвать на себя прицельный огонь — строго специфическую иммунную реакцию.

Оказалось — способны, но при одном условии: прививочный материал должен быть идеально очищен, белки здоровых тканей здесь вредная примесь. Организм путает их с опухолевыми и атакует чохом. А ведь задача — обучить его самообороне не от всех, а только от перерожденных клеток.

Когда иммунологи поняли, что успех зависит от чистоты и концентрации противоопухолевой вакцины, они стали усиленно добывать для нее раковые белки. Каким только процедурам не подвергали больные клетки, чтобы извлечь эти драгоценные крупы! В опытах погибли легионы мышей, но белок, обучавший организм распознавать врага, был получен.

Профессор Лев Александрович Зильбер одним из первых выделил его из мышинового рака — саркомы. И ввел здоровым зверькам. А затем, переждав положенный срок, попытался приживить им кусочки той же опухоли. Больше половины подопытных проявили к раковым клеткам завидную устойчивость, уничтожали их прямо на месте. Зато в контрольном опыте мыши, не защищенные вакциной, погибли. Бездыханные, они подтвердили, что противораковый иммунитет действительно существует и его можно выработать.

Вывод отрадный, но не окончательный. Следовало все-

таки проверить, каким оружием отразили рак спасенные зверьки — специальным или тем, что отторгает любую пересадку.

Ученые усомнились не случайно: в сыворотке привитых мышей они не смогли обнаружить антител, нацеленных только на опухолевые клетки. Это настораживало: ведь не было никакого смысла тратить столько сил и времени на вакцину, укрепляющую обычный тканевый иммунитет. Пришлось устроить ей дополнительный экзамен.

В нем участвовала мышь, пораженная саркомой, и несколько ее ближайших родственников, настолько близких, что между ними не существовало даже тканевого барьера. Из саркомы добыли клетки и, тщательно очистив, обезвредив их, привили здоровым зверькам. Спустя месяц попробовали пересадить этим мышам ломтик опухоли — ничего не вышло: иммунизированные, они энергично воспротивились злокачественной ткани. Зато кожу от той же саркомной мышцы принимали безотказно. Вакцина сработала в заданном направлении — выковала иммунитет к раку, и ни к чему другому.

Теперь можно было приступить к главному — прививать больных.

Никто, разумеется, не рассчитывал, что вакцина сразу станет излечивать рак, но онкологи решили проверить, не сумеет ли она поднять к нему сопротивление, защитит, например, оперированных от повторных наскоков недуга. Ведь опухоль порой успевает засеять самые глухие закоулки тела; удаленная, она продолжает губить его. Быть может, вакцина задержит прорастание этих злых семян?

Ста больным тяжелыми формами рака через месяц после операции привили клетки, добытые из их же опухолей. Злокачественная ткань, специально обработанная, возвращалась в тело с благородной миссией — укреплять его самооборону, добывать засевшие в недостижимой глубине зерна рака. И хотя врачи понимали, что не смогут выкорчевать их до единого, они все же очень хотели, надеялись отвести или смягчить удар, нависший над этими людьми.

Больных вакцинировали каждые полгода, за ними вели наблюдение клиницисты трех ведущих онкологических институтов Москвы и Ленинграда. Раку пришлось отступить, к привитым он возвращался реже и не так быстро. Однако многие из них все же погибли.

К великому сожалению, вакцина еще не спасает. Но она облегчила страдания людей, продлила им жизнь и этим доказала свое право остаться в небогатом арсенале противораковых средств, право на дальнейшее совершенствование.

Теперь во многих странах биохимики заняты разведением опухолевых клеток. Очистив и сконцентрировав опасный белок, они хотят обратить его против рака, создать вакцины, дарующие прочный, напряженный иммунитет. Когда эта работа завершится, медики получат препараты, способные предотвращать страшный недуг.

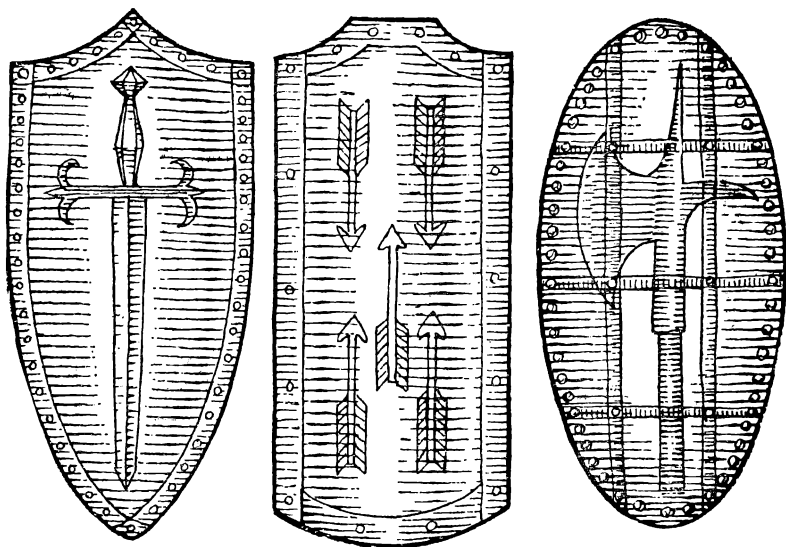
И если он уж заклешнит тело, не станут ждать счастливого самоизлечения, заставят организм сопротивляться, уничтожить враждебную ткань.

Это, конечно, будущее, но вот настоящее. Американские врачи И. и Р. Грем, сделав прививки ста погибавшим от рака женщинам, пятидесяти пяти продлили жизнь.

Сергей Николаевич Дубров, русский врач, работавший во Франции, ввел восьмидесяти обреченным кусочки их же опухолей. Рак не рассосался, никто из привитых полностью не выздоровел. Но иммунизация настолько улучшила состояние больных, что хирурги и радиологи, считавшие свою помощь бесполезной, многих смогли взять на операционный стол, положить под кобальтовую пушку.

Так вакцина приобрела еще одно, быть может, самое дорогое свойство — возвращать надежду безнадежным.

А где надежда, там жизнь.



## ПАМЯТЬ ЖИВОГО

Добро и зло не так уж относительно — их различает даже клетка. Однажды встретясь с микробом, она узнает его много месяцев спустя. И энергично атакует. Ни одна бактерия, побывав в теле, не может рассчитывать здесь на радушный прием. Защитные клетки до смерти не забывают ее облика, и самое важное — сообщают вражеские приметы потомкам, как-то предупреждают их об опасности. Потому даже в десятом поколении лимфоцит не спутает чужака с какой-нибудь случайно заблудившейся клеткой тела. Подзащитных он, конечно, не трогает, зато вражий белок всегда приводит его в ярость.

В этом смысле он действительно злопамятен. И прямо-таки беспощаден. Особенно когда микроб-рецидивист, нарушив первозданную чистоту тканей, повторно проникает в чужие владения. Тут лимфоциты просто свирепеют. Разом окружив врага, они раздирают его в клочья. Затем бросаются на другого, третьего, а рядом воюют их собратья, такие же рьяные охранители белковой неприкосновенности тела. В бою гибнут легионы воинственных клеток, но пока в теле жив хоть один микроб, они будут атаковать, драться до полной победы.

Откуда такая злость, как говорится, собачья преданность хозяину? Каким образом лимфоцит вообще узнает врага? И, наконец, что ведет его в бой? Ведь любая другая клетка, высади ее на питательную среду, мирно пасется около тифозной, туберкулезной, какой угодно бациллы, она просто не замечает врага, с которым ее сородичи были когда-то в смертной схватке. А лимфоцит помнит его и преследует даже в чашке.

Кролику привили микроб листереллу и, спустя некоторое время, посеяли защитные клетки подопытного на особую среду. Лимфоциты скоро освоились, стали размножаться, расти во все стороны, словом, шло обычное мирное житье. Но вот в чашку капнули свежую листереллу — и все воинство враз устремилось к ней. Лимфоциты, словно намагниченные стрелки, повернули в одну сторону — лицом к врагу. И начали быстро расти, протягивать к нему свои щупальца. Каким нюхом учуяли они эту листереллу? И почему были равнодушны к другим бациллам, капнутым в ту же чашку?

Видно, у защитных клеток и впрямь есть какой-то запоминающий механизм, что-то вроде памяти на все чужое. Иначе листерелла не смогла бы при первом же знакомстве оставить в них нестираемый след — знак, по которому лимфоциты различали ее среди тысяч других микробов. Что это за опознавательные приметы? Как они удерживаются в иммунной памяти клетки да еще переходят из поколения в поколение? Каким образом бацилла могла пометить всех встречаемых лимфоцитов?

Впрочем, хватит вопросов, пора отвечать: микроб в теле, ему наперехват уже мчатся клетки-бойцы. И, пока идет борьба, я расскажу вам все, что увижу, что узнаю об их удивительной сноровке, цепкой памяти.

## Схватка

Смотрите, какая странная картина: первыми на поле битвы появились не воинственные лимфоциты, а их дальние родственники. Вот одна из таких авангардных клеток приблизилась к микробу, обволокла его, словно собираясь проглотить, и... застыла на месте.

Проходит час, другой, третий — кругом царят мир и покой, никаких схваток, только микроб томится в объятиях клетки. Но он цел и невредим: видно, пришлось ей не по вкусу, а может, не по зубам. Как бы там ни было, клетка вцепилась в него намертво и чего-то ждет, будто знает, что недалеко формируются батальоны подкрепления.

И верно: к месту битвы со всех сторон спешат тысячи бойцов. На сей раз это действительно лимфоциты. С ходу вступая в бой, они целиком заглатывают микробов, гоняются за ними по всему полю. Идет генеральное сражение. Но авангардная клетка в нем не участвует, она свое дело выполнила — обработала микроб ферментами и подала его лимфоциту, можно сказать, на блюде: мол, ешь, добивай. Тот, разумеется, не заставил себя долго просить.

Так в два приема защитные клетки одолевают врага. К концу схватки о нем напоминают лишь раздувшиеся лимфоциты: в своем чреве они несут остатки микроба, а в памяти какие-то очень важные сведения о нем. Побывав в лапах бациллы, лимфоциты теперь долго будут хранить отпечатки ее «пальцев». И разнесут эти знаки во все уголки тела.

Целая драма разыгралась на моих глазах. Подвижный, деятельный микроб исчез в ненасытной пасти лимфоцита. Исчез навсегда, размолотый ферментами на сотни аминокислот. Бой выигран, и пора бы дать отдых глазам. Но нет, это еще не финал, эксперимент не окончен.

Микроб был помечен радиоактивным веществом, встроенным прямо в его «скелет», и потому я вижу второе действие этой трагедии: оно идет в недрах прожорливой клетки. Отсюда, из молекулярной гущи, шлет поглощенная бацилла лучистый сигнал, как бы рассказывает о своей судьбе внутри лимфоцита. (Я неспроста проявляю такой интерес к его чреву: где-то здесь, среди обломков распавшегося микроба, возможно, находится и частица, несущая иммунную информацию — приметы, по которым лимфоидные защитники опознают врага спустя много лет.)

Лимфоцит распорядился добычей очень просто: бóльшую часть микробных аминокислот пустил на постройку собственных белков. Но вот из его глубин пришел важный сигнал: несколько обломков уцелели, не поддались всеразрушающим ферментам. Почти все трофейные аминокислоты исчезли, пошли на нужды защитной клетки, а эти упорствуют, не распадаются даже после ее смерти. Так не в них ли секрет иммунной памяти — столь длительной вражды лимфоцитов к исчезнувшему микробу? Не эти ли стойкие обломки передают его метку новым поколениям боевых клеток, как бы загодя готовят их к энергичной встрече непрощеного гостя?

Интересно проследить судьбу микробных обломков, этих молекул-заложниц, до второй встречи лимфоцитов с тем же микробом. И заодно посмотреть, как отнесутся к врагу клетки-новобранцы, проходившие боевую выучку в тыловых лимфоузлах, вдали от противника.

Микроб в теле — и снова бой. Но глядите: авангардных клеток на сей раз почти нет, в атаку ринулись молодые лимфоциты. И как рубят! Словно всю жизнь готовились к этой схватке. А ведь и впрямь всю жизнь: в их нутре от рождения уже были обломки того первого микроба, что некогда пал жертвой защитной клетки. Уцелевшие молекулы-заложницы перешли к новым поколениям лимфоцитов, сигналият из их недр: мол, мы здесь оказались не зря.

Однако что это?! Передний край атакующих клеток дрогнул, новобранцы разваливаются, на глазах гибнут массами. Совсем недавно дрались насмерть и вдруг распухли, начали рассыпаться в прах. Неужели микроб одолеет их, побьет иммунную гвардию?

О нет, я вижу, как на смену павшим уже катится лавина лимфоидных бойцов. Привлеченные каким-то веществом, выделившимся при распаде их собратьев, они заполнили все поле битвы. И тут же стали расти, делиться, плодить драчливых потомков.

Эти юные, необстрелянные клетки с расстояния разят неприятеля антителами. Ни разу не видели ни одного микроба, а попали в бой — и бьют без промаха. В чем тут дело?

Разумеется, в «пленных» обломках, скажет догадливый читатель. Это молекулы-заложницы навели молодых бойцов



на след, подсказали им, где враг: память лимфоцита в обломках поглощенной бациллы.

И я бы согласился: прекрасная получилась теория! Но, увы, ее погубил безобразный факт: главное противомикробное оружие — антитела, как назло, производят клетки, не хранящие никаких следов бациллы, в них не удалось обнаружить ни одного радиоактивного осколка.

Обидная история, но, по-моему, загадка стала еще интересней. Ведь получается, что клетка отливает артснаряды, не ведая, кому они предназначены. И притом неизменно попадают в цель. Где найдете вы еще такого стрелка!

Однако и снайперу нужно видеть мишень. Стреляй наши юные артиллеристы наугад, не выполнить бы им своего долга. А они все-таки сразили всех бацилл, не глядя перебили их.

Здесь дело, видно, не в одном стрелке. Целая система направляющих механизмов нацеливает орудие клетки на врага. Один и тут не воин: с микробом борется содружество оборонительных клеток.

Авангардные обрабатывают его перед схваткой, снабжают поле битвы ферментами, потом появляются лимфоциты, заглатывающие неприятеля целиком, и, наконец, распавшаяся, они заставляют уцелевшие клетки энергично делиться, бить по врагу антителами. Мощный залп из всех клеточных орудий сокрушает микробов наповал.

Весь вопрос, как гибнущий лимфоцит передает юным клеткам информацию о противнике, чем понуждает их мстить за себя?

Есть догадка, что он выделяет особое вещество, в которое входит и частица поглощенной бациллы. Этот микробный обломок, может, потому и уцелел, что прикрепился внутри клетки к какому-то сверхпрочному соединению, как бы стал под его защиту. Вместе они образовали сложный комплекс. Стойкий, не поддающийся никаким ферментам, он служит чем-то вроде эстафетной палочки, переходит от старого лимфоцита к юным, заставляя их выпускать уйму антител, бить врага его же оружием.

Что и говорить, привлекательная гипотеза. Подкрепить бы ее экспериментом, узнать, какое соединение вступает в союз с микробными осколками? Да и вступает ли?

Заглянув внутрь окрашенного лимфоцита через электронный микроскоп, увидели: пленные обломки тесно прижались к какому-то веществу, очень похожему на рибонуклеиновую кислоту — РНК.

Что ж, если так, микроб выбрал себе неплохого защитника, а лимфоцит — носителя иммунной памяти; у этой кислоты очень важные наследственные функции, и союзника она, конечно, не даст в обиду, пронесет его с собой в новое поколение защитных клеток. Нужно только доказать, что осколки действительно соединились с нуклеиновой кислотой, построили с ней ферментоупорный комплекс.

Тут, признаться, еще нет полновесных, исчерпывающих фактов, но ведь гипотеза тем и хороша, что помогает искать их, служит чем-то вроде контурной карты, на которой исследователь отмечает свои открытия, собирает их воедино. Не зря такие гипотезы называются рабочими: они, хоть и спорные, заставляют работать, ставить новые опыты и, главное, думать, неотступно размышлять над секретами живой клетки.

Вот неожиданное наблюдение: спустя целый год после прививки «радиоактивных» микробов животному опять ввели их собратьев, на сей раз обычных, без всякой радиации. Но меченые обломки — вроде бы их след простыл! — вдруг стали сигналить.

Оказывается, они нашли убежище в печеночных клетках, видимо, вступили там в какое-то прочное соединение. Свежие микробы разрушили его, вытеснили своих предшественников с насиженных мест и, вероятно, сами сцепились с нуклеиновой кислотой.

Раньше такой факт был бы загадкой, может, просто остался бы незамеченным, теперь он лег на рабочую карту исследователя маленьким островком, одним из тех, что порой образуют архипелаг.

Ведь до сих пор все были убеждены, что микроб разрушается нацело, полностью исчезает из тела, а он расщепился и годами живет под покровительством нуклеиновой кислоты или какого-то другого вещества. И в том наше спасение. Не сохрани лимфоцит микробного следа, этакой иммунной сноровки, худо пришлось бы нам от повторных наскоков бактерий.

Так что я был неправ, когда говорил, будто оборонительная клетка бьет врага не глядя: опознающий механизм у

нее отработан на славу, только скрыт, тщательно замаскирован в ее собственных недрах. И срабатывает лишь под угрозой вторичного нашествия микробов.

Лимфоцит до срока мирен, но, стоит появиться чужаку, тактика сразу меняется: лучший вид обороны — наступление. И вот тут-то, в самый разгар атаки, выяснилось, что не все, далеко не все защитники тела одинаково храбры. Некоторые, хоть и встречались с микробом или каким-нибудь другим чужеродным белком, остаются к ним абсолютно равнодушными, словно не замечают врага. Разоблачили этих дезертиров очень простым и остроумным способом.

Красные кровяные шарики барана — эритроциты — ввели мыши, как говорят, натренировали, проиммунизировали ее защитные клетки против чужой крови и спустя несколько дней высадили двести тысяч таких бывалых защитников в питательное желе. Потом добавили сюда бараньи эритроциты и стали ждать, как-то разделяются с ними тренированные клетки?

А те молчат, будто никогда и не знакомились с этими чужаками: только двадцать клеток атаковали врага — вокруг них на плотном желе возник светлый венчик, зона, свободная от бараньих эритроцитов. По этой примете ученые и отыскивали настоящих бойцов — тех, что вырабатывают действенные антитела. Не простые «пули», не те гамма-глобулины, которыми юная клетка расправлялась с микробом издавна, а совершенно новое оружие. Расположенное на поверхности защитной клетки, оно помогает ей находить неприятеля, брать его на бордаж и расстреливать в упор.

Очень это мощное, всесокрушающее оружие! Но иммунитет прибегает к нему лишь в особых случаях. Ведь оборона тела держится не только на лимфоците, тут сложная система глубокоэшелонированных сооружений. У каждого эшелона свой рубеж.

## **Отряд особого назначения**

В науке не без хитрости. Недавно одному американскому исследователю понадобилось выделить из кровяной плазмы самых дотошных ревнителей внутритканевого спокойст-

вия — фагоцитов. А в ней уйма всяческих клеток, и все смешаны в кучу. Как тут быть? Не перебирать же их, подобно Золушке!

Ученый рассудил просто. Некогда Илья Ильич Мечников, накормив фагоцитов красной краской, впервые уследил их под микроскопом. Не подсыпать ли им железных опилок?

Фагоциты живо расправились с угощением. Тогда исследователь поднес к плазме сильный магнит — и клетки разом всплыли на поверхность. Тут их и переловили.

Мне вспомнилась эта необычная охота, когда я увидел в окуляре микроскопа поле, усеянное кровавыми шариками барана и бездеятельными лимфоцитами. Глядя на одинокие светлые пятнышки, на эти редкие очаги сопротивления, вкрапленные в гущу инертных клеток, я подумал о фагоцитах, атаковавших железо. Какими отважными борцами выглядели они в сравнении с этой покорной массой! Но, видно, у каждого защитника тела своя тактика, свои приемы.

Фагоцит всеяден, он загодя настроен против любого нарушителя границы, будь то гриппозный вирус, коховская палочка, заноза или металлический порошок. Завидев врага, такой страж сразу кидается в бой.

Лимфоцит действует куда осмотнительнее: на него работают и авангардные клетки, и целый набор наводящих механизмов. Энергией, самоотверженностью он, может быть, фагоциту не уступит, но опилок глотать не станет, ибо способен на большее — избирательно разить своего личного врага, всю жизнь преследовать какую-нибудь тифозную или холерную бациллу, лишь к ней одной храня столь прочную неприязнь.

Такая самонаводящаяся клетка, словно внутреннее око иммунитета, следит за первородной чистотой тканей, годами высматривает в них знакомого нарушителя и, учуяв его, пускает в ход свое таинственное оружие. Как разгадать ее маневр, где скрыт механизм столь тонкой разборчивости, словом, чем иммунный лимфоцит отличается от обычного?

Тут тьма мнений и сомнений. И все они очень разные, порой взаимоотрицающие. Иногда кажется, что в мире не сыскать и двух одинаково мыслящих иммунологов. Впрочем, это и хорошо: там, где все рассуждают на один лад, настоящему исследователю делать нечего. Представляете, какая скука воцарилась бы в лабораториях, если бы исследователи отказались от права на разномыслие, сами себе обозначили

предел исканий! Ведь мир — это лес, в котором нет и двух одинаковых листочков. Разнообразие — принцип, лежащий в основе жизни. Биологи знают это не хуже поэтов. Стоит ли удивляться и сетовать на их споры и противоречия?

## **Секретное оружие**

Вот новый опыт: кролику ввели бычьей сывороткой, можно сказать, познакомили его лимфоцитов с чужим белком. Потом выловили их и пустили в пробирку. Немного погодя добавили туда тот же бычий белок, помеченный радиоактивным йодом. Иммунные клетки вплотную придвинулись к старому знакомцу, и каждая, «откусив» частицу, ввела ее в собственное тело.

И вот молекула йода уже сигнализирует из недр лимфоцита. Как сумел он столь быстро отнять ее у бычьего белка? Уж нет ли у него на самом деле крючьев, рвущих противника на части? Ведь вот же лошадиный белок иммунная клетка не трогает, а бычий уничтожает начисто.

Все так. Лимфоцит действительно вступает в жестокую схватку, но мы-то опять видим лишь ее исход, а приемы, оружие боевых клеток по-прежнему неизвестны: что различишь в пробирке, где они носятся тучами?

Пришлось придумывать другой, более доказательный эксперимент.

Привили мыши крысиные клетки и, недолго переждав, поселили ее лимфоциты в чашку, на плотную питательную среду. Затем добавили туда несколько клеток той же крысы. Дня не прошло, как их гроздьями облепили иммунные защитники. И самое важное, лимфоциты напали на свежие, еще ни разу не виденные клетки крысы, надо думать, узнали их по старому опыту. И, распознав, перебили все до единой. Зато к другим крысам были совершенно равнодушны, даже не притрагивались к их клеткам.

Опять эта удивительная разборчивость, теперь уже зримая, неопровержимая! В чашке ведь все как на ладони.

Выходит, у лимфоцитов и впрямь есть какое-то загадочное устройство, что помнит, распознает врага и бьет его наповал. Но это все догадки, домыслы: увидеть бы такой абордажный крючок хоть краем глаза, тогда и сомнениям конец.

И это можно: кладите иммунную клетку под электронный микроскоп, и вся она до мельчайших деталей перед вами.

Положили, долго всматривались в нее, поворачивали, изучали во всех позициях и... ничего не увидели: нет здесь никаких крючков, и все. Под самым большим увеличением лимфоцит выглядел безоружным, на его поверхности не отыскали ни одной зацепки, и, уж конечно, там не было глаз.

Но смотрите, как ловко подкатил он к раковой клетке, прильнул к ней, миг — и впрыснул часть своей плоти, словно сделал укол.

Так это же и есть его тайное оружие! Атакованная клетка уже мертва, не вынесла укола. Недолгая была схватка, а какая ожесточенная!

Что же здесь произошло?

Лимфоцит, конечно, был заранее обучен вражде к этой злосчастной клетке, впервые их, как водится, столкнули еще в кролике. А потом вынесли бой под микроскоп. И увидели редкое зрелище: иммунная клетка крепко вцепилась в опухолевую и, введя ей через поры какое-то вещество, сразила насмерть. Та быстро обмякла, точно в ней рухнули стропила, и развалилась.

Так бывает, когда в клетку внедряется вирус, точнее, его химический стерженек — нуклеиновая кислота. Разрушая белковый конвейер, она грубо искажает синтез строительных материалов, ломает тончайшую клеточную механику...

Постойте, постойте, ведь иммунные лимфоциты действовали на наших глазах почти как агрессивный вирус. Уж не впрыскивают ли они тоже нуклеиновую кислоту? Не в ней ли скрыто их оружие?

И впрямь необычная гипотеза! Подтвердись она хоть в общих чертах, иммунитет стал бы куда понятнее и наверняка податливее в управлении. Но не будем спешить, опытные экспериментаторы знают: высказывать такие догадки гораздо проще, чем доказывать. А эта потребует особенно тщательной проверки, уж очень смела. И все же не случайна.

Уже давно в науке идет спор о второй профессии лимфоцита. Сноровистый боец, он может выполнять еще одну не менее важную роль — разносчика нуклеиновых кислот, химических матриц, с которых печатаются все белки тела.

Если это подтвердится, значение лимфоцитов возрастет втрое. Ведь такие «почтальоны», рыская по всем тканям и органам, доставляют им очень ценную, жизненно важную информацию.

Растущим клеткам без нее и шагу не ступить. Разбросанные по разным уголкам, они должны как-то общаться, координировать скорость размножения, сигнализировать друг другу о степени зрелости — словом, согласовывать темпы роста. И вот эту-то межклеточную связь, возможно, осуществляют лимфоциты. С их помощью в организме идет непрерывный обмен информацией, заложенной в нуклеиновых кислотах.

Интересное рассуждение, но при чем здесь иммунитет, какое он имеет отношение к химическим матрицам, вообще к белковому хозяйству клеток?

Самое близкое. Обычный лимфоцит, сталкиваясь с какой-нибудь клеткой собственного тела, передает ей вещество, в котором зашифрованы сведения о соседях, о событиях в других тканях и, вероятно, приказ, программирующий работу ее белкового конвейера. На том функция простого «почтальона» исчерпана.

Иное дело обученный, иммунный лимфоцит. Некогда борющийся с микробом или чужой клеткой, он впрыскивает им при повторной встрече особый белок — зеркальную копию белков вражеской клетки. Сродство так велико, что они тут же намертво сцепляются, белок бывшего лимфоцита входит в неприятельский, как ключ в замок. И запирает все строительные механизмы: клеточный конвейер глохнет, стропила рушатся — противник гибнет, снедаемый изнутри.

Однако хватит гипотез! Пора рассказать о цели, житейском назначении всех этих хитроумных опытов.

Цель благородна и благодарна: биолог хочет управлять иммунитетом, взять под контроль самый тонкий и точный его механизм, собранный из лимфоцитов. И, подчинив их, давать всякий раз определенное задание, заставить, скажем, охотиться за раковыми клетками, пока не переберут до единой, или уничтожать в теле опасные излишки гормона щитовидной железы. А порой лимфоцитов и вовсе придется усмирять, отвлекать от пересаженной кожи, почки — любого органа, который они по слепоте своей атакуют как врага.

Да мало ли чему можно обучить эти памятливые шарики! Подвижные, послушные велениям врача, они станут его всепроникающим и точным оружием.

Извилист, высокими барьерами перекрыт нынче путь иммунолога к цели, необычен ход его мысли. Со времен Пастера и Мечникова мечтал он о препаратах, усиливающих оборону тела, жадно искал средства, способные преумножить поголовье защитных клеток. Теперь они стали ему помехой, он думает, как бы парализовать, выключить их на время пересадки, а еще лучше — приучить к новому органу. И при этом идет на всякие ухищрения, вплоть до ложных атак и обманных маневров. Ведь метит он не по всей иммунной механике, а лишь по одной ее микроскопической детали — малому лимфоциту.

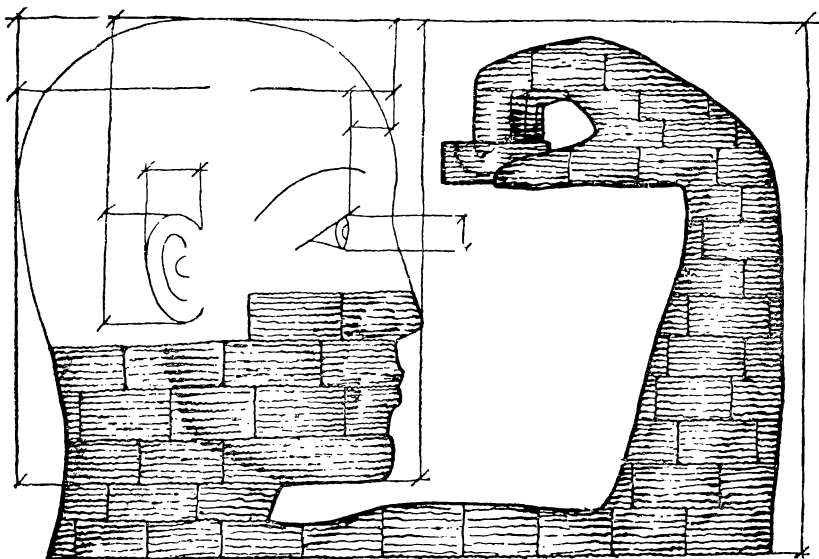
Все усилия хирургов разбиваются об этот шарик, упорно отторгающий чужую ткань. Но поди отыщи в теле такую крохотную мишень, ударь по ней каким-нибудь препаратом или рентгеновским лучом!

Рискнули на обходный маневр. Накануне пересадки ввели больному несколько почечных клеток, как бы спровоцировали лимфоцитов на контратаку; они быстро размножились и приступили к делу. Тут по ним дали сокрушительный залп — препарат всем зарядом угодил в гущу упрямых шариков. После такого удара они долго не могли оправиться, возобновить свои набеги. А хирургам это как раз на руку: воспользовавшись замешательством иммунных клеток, они пересадили больному всю почку.

Под прикрытием сильного химического средства и радиоактивного луча спасительный орган прочно закрепился на новом месте. Врачи, можно сказать, силой навязали его, но придет время, биологи научат их еще более ловкому маневру. Ведь ту же почку совсем не обязательно занимать на стороне, ее вырастят из нескольких клеток, уцелевших в больном органе. Здоровые, они станут остовом для постройки новой почки. Такой подарок организм примет без сопротивления: не станет же лимфоцит атаковать своих!

Нужно только понять, как одинаковые клетки взаимодействуют, узнают друг друга, что заставляет их собираться воедино. Тогда хирург станет загодя строить, как скульптор, ваять совершенные органы и вместе с ними возвращать людям здоровье, жизнь.





## **МОЙ ТЕПЛЫЙ, МОЙ ВЕЧНЫЙ ДОМ**

Шаг между великим и смешным одинаков в обе стороны. И потому осмеянная, на тридесяти языках поруганная затея, мечта-золушка порой возвращается к нам прекрасной и удивительно современной идеей. Только выглядит она уже иначе: идеи, как люди, подвластны времени.

Так и с гомункулюсом — искусственным, в банке выращенным человечком.

Живое существо — и в банке, чем не потеха? Лет триста вышучивали ученые эту безумную затею бродячего лекаря Парацельса, а теперь всерьез взялись за ее осуществление.

Никто, правда, не намерен разводить людей в инкубаторах, да и сама мысль о гомункулюсе рождена не заботой о продолжении человеческого рода. Природа решила эту задачу куда проще и надежнее. Но в стеклянной, ничем, кроме прозрачных стенок, не ограниченной купели раскрывается одна из самых волнующих, жгучих тайн жизни: невидимый ваятель лепит здесь из разных тканей части живого организма.

О, это было зрелище! Такого биологи не видели еще со дня создания микроскопа. На их глазах клеточные громады, тесня друг друга, надвигались пласт на пласт; быстрорастущие, стремительные, они переползали, огибали, а иногда вклинивались в соседние початки. И весь этот движущийся, безнадежно запутанный клубок вдруг вызревал в готовую деталь глаза, почки, сердца...

Так вот куда направлены творческие усилия природы! Из бесформенной массы клеток она ваяет законченный, как морем отшлифованный голыш, рабочий орган. И действует не по наитию, а согласно твердо заученному образцу.

Зародышевая неразбериха — только видимость; юная, развивающаяся ткань неуклонно, словно по рельсам, продвигается к назначенному месту. И, столкнувшись с другими ростками, указывает им верную дорогу, да и сама узнает у соседей, куда путь держать. Между динамичными, бок о бок растущими сообществами клеток все время идет какой-то загадочный диалог, добрососедский обмен новостями — он не прекращается до конца жизни.

Клетка — существо чрезвычайно общительное, в какой бы закоулок тела ни попала, сразу налаживает двустороннюю связь с соседями, ищет среди них товаров, готовых принять участие в постройке какого-нибудь органа. И, установив с ними контакт, стремится к объединению.

Больным лучевой болезнью ввели в вену костный мозг, кроветворные клетки сначала разбрелись кто куда, но, странствуя, все до единой собрались в трубчатых костях: здесь их законное место. Такая же история с красящими — пигментными, да, вероятно, со всеми другими клетками. И как бы ни были они порой разнолики — а в организме нет и двух одинаковых клеток, — свои всегда отыщут друг дружку, соберутся вместе.

На этой удивительной способности клеток узнавать собратьев, воссоединяться в дружные коллективы и держится наше тело.

В самом деле, мы так привыкли к нему, столь уверены в его прочности (на то у каждого свой резон), что порой не грех и подумать, из чего сложен, на чем стоит весь этот теплый, обжитой дом, где суждено нам безвыходно прожить свой век.

Иной скажет: зачем? Живем ведь, не рассыпаемся.

И то верно: не было еще случая, чтобы кто-нибудь развалился на составные части. И дом цел, и хозяйство в сохранности. А между тем могло быть иначе, ведь клетки живут друг подле друга, собираются в органы, ткани вовсе не потому, что накрепко склеены.

Наоборот, они в постоянном движении, все время перегруппировываются, но, словно косяк сельдей в море, неотступно хранят единство. И потому рука остается рукой, глаз — глазом. Нос тоже не меняет формы и никуда не убегает. Клеточные косяки путешествуют по телу из конца в конец, а оно неизменно. Мы узнаем своих друзей после долгой разлуки, будто виделись вчера.

Разумеется, скажете вы, что ж тут особенного? Я — это всегда я, мой друг тоже не хамелеон какой-нибудь.

Согласен, но сколько за эти годы сменилось в вас клеток, сколько перетерлось, вышло в расход тканей! Одной кожи сошло, наверно, полпуда. Организм все это восполнил и, главное, аккуратно уложил каждую новую клетку к ее соплеменникам.

Нет, нелегкое это дело — всегда оставаться самим собой. И заняты им очень точные механизмы, что сортируют свежее испеченные клетки по типам, сцепляют их в подвижные сообщества, следят за малейшим перемещением, словом, объединяют всю эту многоликую массу микроскопических комочков плоти в величайшее создание природы — живое существо.

Крепок наш дом, хоть и не сцементированы кирпичи, да кладка ладная. С нее и начнем.

Как клетки собираются воедино? По каким приметам узнают они собратьев и, наконец, что удерживает их вместе — мышечные с мышечными, нервные с нервными?

# Великое переселение

Жизнь клетки полна забот и приключений. Едва родившись, она тут же должна обеспечить себя пропитанием, наладить собственное изготовление белков и ферментов, подготовиться к продолжению рода и в дополнение ко всему ей приходится на полном ходу заводить нескончаемые знакомства с соседками, отыскивать среди них себе подобных. И, найдя, вступать с ними в содружество.

Для такой работы нужен большой запас энергии и, конечно, хороший двигатель, чтоб безотказно подтягивал клетку к коллегам и быстро увозил от случайных знакомых.

Насчет энергии сомнений нет: клетка вырабатывает ее сама, на то в ней есть особые силовые установки, сжигающие горючее. О них речь впереди. Но вот мотор — с ним дело посложнее.

Как ни всматривались биологи в мельчайшие детали клетки, какие ни извлекали из нее частицы, ни одна не укладывалась в наши обычные представления о турбинах, дизелях, ракетах. Даже через электронный микроскоп при огромном увеличении не удалось разглядеть ничего похожего на мотор.

Вот загадка: движение без двигателя! Мечта фантаста, осуществленная в самом простом и древнем элементе жизни.

А впрямь, уж не решила ли клетка проблему беспоршневых мотора? Ведь энергия не уходит в ней попусту на трение и прочие непроизводительные расходы — целиком превращается в движение. Да еще какое быстрое, ловкое, прямо-таки рыбье скольжение. И не куда-нибудь, не слепое тыканье в разные стороны, а по выверенному, будто в анатомическом атласе подсмотренному пути. Ни одна клетка не злоупотребляет своей свободой, несвязанностью с товарками по ткани; куда бы ее ни занесло, как голубь-почтарь, возвращается на место, к своим.

Простенькое, где-то на первых ступеньках жизни застрявшее существо — гидра, а стоит вывернуть ее наизнанку, все клеточки разом приходят в движение: покровные спешат обратно наружу, внутренние, пищеварительные устремляются в глубь тела. И ни одна не спутает дороги, не займет чужой площади.

Да что там гидра, в человеке-то клетки тоже не сидят на месте, и хоть его, конечно, не вывернешь, как перчатку, есть

немало примеров их направленного, целеустремленного движения. Лицевой нерв, скажем, никогда не потянется к глазу, блуждающий, вопреки своему названию, не забредет в бицепс или диафрагму. Среди сотен мускулов каждая нервная ветка отыскивает свой и, обходя препятствия, упорно растет ему навстречу. Так в чем же все-таки секрет клеток, что движет и управляет этими неугомонными странниками?

Скорей всего оболочка — тончайший мешочек, в котором заключено все клеточное хозяйство. Раньше ей и внимания не уделяли: что особенного? Обыкновенная упаковка, вроде целлофанового кулька. И взгляд микроскописта, нацеленный на ядро и его свиту, скользил мимо узкой, в тысячные доли миллиметра пограничной полоски. А на поверку мешочек оказался с фокусом, в нем самом скрыты довольно сложные механизмы, управляющие клеткой.

Оболочка — это не просто обшивка, даже не корпус утлого суденышка клетки, здесь ее машинное отделение и рубка рулевого. В клеточной стенке заложены отличные навигационные приборы и целых два — на «носу» и «корме» — тянущих устройства. Так что ядро со всем его окружением всего-навсего пассажиры, очень важные, влиятельные, но не такие уж независимые: лопни оболочка — тут им и конец. А она, хоть и крепка, действительно то и дело дает течь, едва приметную, однако способную потопить весь этот микроскопический кораблик.

Но нет, не гибнет клетка, не хлынула в ее трюмы посторонняя влага, наоборот, через пробоины вытекает протоплазма. Словно щупальца потянулись от клеточного тела, миг — и потащили его за собой.

Вот вам и простейший клеточный двигатель.

Но есть «тягачи» посильнее — те, что установлены на обоих концах клетки. У них и назначение особое — растягивать ее, как резину. Каждый двигатель тянет клетку в свою сторону, а она в это время быстро наращивает белковые запасы, делит поровну наследственное вещество и, наконец, вытянувшись до отказа, разрывается посередине.

И вот уже из одной жизни стало две.

Проходит время, и эти дочерние клетки, как их родительница, начинают готовиться к продолжению рода. Снова работают двигатели, растягивая их перед делением, опять удваивается число наследниц: так растет живая ткань. А тягачи не просто тянут — указывают ей путь. Поворачивая

клетки, они выкруливают их, словно по компасу, на верный курс — вся масса продвигается к одной цели. Потому-то в растущих тканях такое строгое разделение маршрутов и грудная мышца не сползет на живот, а концы перебитого нерва медленно, но неуклонно тянутся друг другу навстречу.

Чужим клеткам в ткань доступа нет, она точно в несокрушимой обороне, посторонних сразу отталкивает прочь. Но и свои порой отрываются, уходят в дальнюю дорогу. Шарики крови, например, вызрев в костном мозге, покидают его навсегда, их дальние родственницы — соединительнотканые клетки — тоже любят постранствовать. Что движет ими, как ведут они себя при встрече с чужаками?

Тут есть над чем призадуматься, поэкспериментировать. Ведь силы, тянущие клетку в противоположные стороны, — хорошие помощники ее роста, размножения, но как они ее двигают? Это же вроде игры в канат: кто перетянет? Если силы равны, скорей всего, никто: все клетки должны остаться на месте. А они, непоседы, расталкивая по пути встречаемых, упорно стремятся к цели: то выстелят затягивающуюся рану, то покроют корочкой свежую ссадину — всегда готовы прибыть к месту гибели соплеменниц, заменить их и, связавшись воедино, стать снова добротной тканью.

Откуда эта межклеточная солидарность, что заставляет свободные комочки плоти жертвовать своей независимостью, вступать в тесное содружество?

Самые изобретательные экспериментаторы, изощренные мастера биологического опыта не могли и краем глаза проследить за таинственными маневрами клеток в живом организме. Пока цел, он недоступен для микроскопических наблюдений, разъятый на мельчайшие частицы, похож на грудку битого кирпича. Поди разгляди в ней замысел архитектора, сложи вновь живое существо!

Нет, тело — нечто неизмеримо большее, чем сумма составляющих его частиц. Чтобы понять жизнь, нужно было сперва научиться сохранять ее под окуляром микроскопа.

Живую ткань стали растить в стеклянных чашках. Подкармливая кровяной сывороткой, витаминами, солями — всем, что она привередливо требовала от своих исследовате-

лей, ее заставляли годами жить вне организма. И все же секреты клеточных взаимодействий остались за семью печатями. Выведать их можно было лишь у самих клеток. Но теперь это оказалось намного проще. Если большой кусок ткани выжил на искусственной пище, почему бы не посадить в чашку частицы помельче? Например, клетки?

И пока они будут искать друг друга, воссоединяться, быть может, удастся подсмотреть, как это у них выходит.

Под микроскопом извлекли из зародыша цыпленка по кусочку будущей почки, печени, хряща и, расщепив на множество клеток, выпустили их в чашку — на волю.

Что тут началось! Великое переселение народов шло, вероятно, куда спокойнее. Освобожденные, насильно вырванные из тканей живые клетки не желали прозябать в одиночестве, они искали старых друзей. Шастая вдоль и поперек искусственного пастбища, эти неугомонные коллективисты то и дело вступали в контакт, как бы приглядывались друг к другу: свой или чужой, объединяться или разойтись?

Целые сутки шла какая-то загадочная самосортировка, распределение клеток по типам, а на другой день все были в сборе: печеночные сошлись с печеночными, почечные со своими, хрящевые тоже никого лишнего к себе не подпустили. И самое интересное, собрались они не беспорядочными кучками, а по старому, издревле заданному плану — в печеночные дольки, почечные канальцы, кусочек хряща.

Проблуждав более суток, клетки, точно гимнасты на стадионе, выстроились в хорошо заученные фигуры, восстановили истинную архитектуру живой ткани, той самой ткани, из которой их извлекли экспериментаторы. А когда эти заново построенные дольки и канальцы вернули зародышу, они прочно приросли к нему и как ни в чем не бывало стали развиваться дальше. Со временем из них выросли органы, почти ничем не отличавшиеся от настоящих.

Выходит, архитектурные различия между тканями заложены в каждой клетке. Зародыш — это воздвигаемый дом, где любой кирпич несет в себе план будущей постройки. И тот, что предназначен в фундамент, не пойдет на кладку стен или перекрытий.

Высадили в питательную среду зачаточные клетки сердца, — они живо собрались в островки сокращающейся сердечной мышцы; костные построили довольно крепкую кость, а хрящевые, хоть и однокашницы, вырастали то в глазницу,

то в лапку, то в некое подобие уха, в общем, всякий раз поступали согласно своим задаткам. Интересно только, как это им удалось распознать друг друга в такой толкотне, да еще выполнить какие-то архитектурные предписания?

## **О черном ящике и тайных сигналах**

Завидую физикам, по-хорошему, но очень завидую. У них всегда в запасе нужное слово, сравнение. Построили, скажем, электронно-вычислительную машину и тут же уподобили ее мозгу. Только и слышно: долговременная память, запоминающее устройство, читающий автомат, наконец, машинный язык.

Чувствуете, какие сильные, емкие метафоры?

Или в атоме какая-нибудь загадка, к примеру, как объединяются электроны? И сразу ответ: видят они друг друга. Представляете, Электрон в обнимку с Протоном выходят на орбиту. Образ это, термин условный или что хотите, а все-таки зримое объяснение. Сравнил — и будто увидел, а раз увидел, проник мысленным взором, значит, понял.

Но мне-то, биологу, как быть, чему уподоблять, с чем сравнивать несравненную живую жизнь? Ведь нет же на свете ничего краше ее, ничего завершенней и совершенней!

Клетка — кирпич... Даже обидно. Да где найдете вы хоть два кирпича, способных угадать свое назначение? И тут же аккуратнейше его выполнить? А клетки только тем и заняты, что строятся по какому-то им одним ведомому плану. Ни прорабов здесь, ни десятников, укладчика и то ни одного не видно. Все уместились в микроскопическом клочке плоти, что сам себе инженер, сам — тачка и подъемный кран. Глаз только поспевай за этим замечательным кирпичом.

Вот он столкнулся с соседним и сразу замер на месте, словно задумался, как быть — сцепляться или отплывать? С ходу запущен механизм узнавания. Сдвинутые нос к носу клетки пытаются разглядеть друг друга, как прохожие в сумерках — по знакомым приметам. Носовые тягачи заглохли, но проходит время, и кормовые вдруг дают полный назад: вышла «обозначка» — клетки не могут соединиться, они разные. Кормовые тягачи быстро растаскивают их в стороны, каждая продолжает путь. Но он не далек.



Клеток так много, что тут же за первым поворотом их ждут новые встречи, столкновения. Опять они, стоя с отключенными тягачами, будут «обнюхиваться», искать сходство. И если найдут, непременно скрепят союз, потом примут в него третью, четвертую, сотую товарку, пока не вырастет сообщество подвижных, равных, лишь единым происхождением связанных клеток.

Но приметы — что это за тайная межклеточная сигнализация?

Она пока действительно на редкость загадочна. Механизм узнавания скрыт. Это, как ныне говорят, один из «черных ящиков» природы: мы видим результат каких-то сложных процессов, а что в это время происходит внутри ящика, то есть в самой клетке, — неизвестно.

Впрочем, никто еще толком не знает, где искать ее «телефоны» — внутри или снаружи. Быть может, клетки объясняются с помощью зарядов или молекул, расположенных на оболочке. Такая техника связи вполне возможна, но срывает она наверняка лишь при самом тесном контакте, а его-то порой и нет. Клеткам случается опознавать друг друга с расстояния, очень короткого, в доли миллиметра, однако и не рядом. Значит, есть какие-то другие, вероятно химические, посредники, вещества-депешки, загодя сообщающие клетке о приближении товарок.

Догадка, что и говорить, заманчивая. Только как ее проверить?

Поставили между двумя родственными колониями клеток заслон — целлофановую пластинку, и связь сразу обрывалась, взаимодействия как не бывало: целлофан не пропускает большие молекулы, вещество-связник остановилось перед глухой преградой. Зато через пористый агар молекулы проходят легко — колонии вновь наладили двустороннюю сигнализацию.

Выходит, и впрямь есть какие-то химические гонцы, молекулы-курьеры, снующие меж клетками.

Выходит-то выходит, да жаль, никто их не то что в глаза не видел, даже в пробирке ни разу не уловил. Догадка о молекулярных посредниках, можно сказать, повисла в воздухе. И все-таки она сделала главное — дала толчок целой серии остроумных опытов, навела биологов на интересные мысли, словом, как и положено настоящей идее, стала мотором научного исследования.

Мотор этот, признаться, еще не на третьей скорости, да ведь и подъем крут, впереди гора загадочных фактов. Многие настолько привычны, естественны, что мы и не думаем о них, принимаем как должное. А разобраться...

Кто может толком объяснить хирургу, почему он сшивает рану послойно: мышцу к мышце, сухожилие к сухожилию, кожу с кожей. Я бы, например, не рискнул вступить в спор с противником такого классического метода сшивания тканей.

И все же, приведись мне снова стать за операционный стол, уж конечно, действовал бы по старинке: мышцу к мышце...

Так что это? Традиция, освещенная вековым опытом, навыки, накопленные поколениями хирургов со времен средневековых цирюльников, или научные приемы хирургического мастерства?

Не знаю! Суть, сокровенный смысл этого метода поныне загадочен, непонятен хирургам.

Любому оператору известно, что сходные клетки, как их ни разделяй, найдут друг друга, соберутся воедино. На том стоит вся хирургия. Но ведь это не объяснение, это лишь наблюдение, удачно подсмотренный и умело использованный секрет природы. Хирурги как бы подогнали свои приемы к ее законам и тем заставили восстановительные силы организма работать ему на благо. Не зря говорят: хирург — помощник и исправитель целебных сил. А хотелось бы еще и — повелитель!

Ежечасно, ежеминутно жизнь творит неприметное чудо: рубцуются рана, срослись обломки кости, наращивают утраченную плоть мышцы, почка... Ожог — безнадежность, страх! — но вот уже свежие побеги кожи затягивают его нежной ряской. И жизнь продолжается. На живом все заживет.

Как это просто молвить и трудно постичь! Почему заживет, кто подал кожным клеткам сигнал атаки, отчего ринулись они со всех сторон в рану, прикрыли ее своими телами? Кто научил их смыкать в наступлении ряды, крепить связи только между собой и отмежевываться от случайных попутчиков — мышечных волокон, соединительной ткани... И что, наконец, остановило этот пластунский натиск?

О, тут целая стратегия. Как и положено в военном деле, она складывается из многих тактических приемов. Вот срезали кусочек кожи на боку юной амфибии. Через несколько часов край раны стал рубежом атаки бесчисленных кожных клеток. Выйдя из здоровой ткани, они разом двинулись в брешь. Фронт наступающих клеток, выстилая рану, медленно продвигался к центру. И здесь замер. Клеточные подразделения, словно дивизии, окружившие «котел», вышли навстречу своим. Это значит: конец наступления, победа! Нелегко она далась, но была предрешена.

Даже посторонняя ткань — легочная или мышечная — не может сломить атаку кожных клеток. Обходя ее стороной, залезая сверху и снизу, они пробьются к цели — воссоединение неминуемо. Как бы ни был велик всаженный в рану чужой лоскут, он не в силах остановить продвижение клеток к центру. Зато, когда пересаженный лоскуток оказывается своим, скажем, кожным или слизистым, наступление круто обрывается; встретив преграду, «пластуны» тут же узнают в ней сходную ткань и сливаются воедино. Дальше атаковать незачем, идет братание родственных клеток.

Да, здесь без пароля не обойтись, обязательно должен быть какой-то опознавательный знак — сигнал, понятный только одинаковым клеткам. Не случай же собирает их воедино!

Впрочем, отчего бы и не случай?

Эти встречи и контакты на клеточном уровне были так загадочны, что исследователи решили проследить их шаг за шагом, час за часом. Аппарат замедленной съемки увековечил события, разыгравшиеся в чашке, где на вольных хлебах жили кожные, хрящевые, почечные и печеночные клетки. Когда эту кинохронику пустили с обычной скоростью, героини фильма заматались по экрану из угла в угол, они сшибались, расходились, вновь наскакивали на случайных попутчиц. Никто никого не притягивал и не отталкивал, но стоило встретиться двум печеночным или почечным клеткам, они миглом сцеплялись и замирали на месте. Вскоре на них набредала третья и сразу, точно почуяв родство, входила в контакт. А рядом собирались хрящевые, вокруг них строгим амфитеатром осели почечные, словом, из хаоса и суеты выросли прекрасные живые сооружения. К концу

фильма почти все блуждающие клетки размежевались по принадлежности.

Не удивительно ли? Встретились случайно, узнали друг друга, можно сказать, на ощупь, но ни одна не ошиблась, не закрепила контакт с чужой. Так в дни большого футбола толпы болельщиков — кто на чем — устремляются в Лужники. Непосвященные только сетуют да дивятся этой транспортной вакханалии, зато каждый болельщик хорошо знает, куда и зачем он едет и, попав на стадион, тут же усаживается на свое место.

Однако любители футбола загодя обзаводятся билетами, а клетка? Как ей отыскать свое место, где упрятана ее плацкарта?

Скорей всего — в оболочке, точнее, в каком-то веществе, выделенном оболочкой.

Видимо, у него двойное назначение: сначала быть для сходных клеток чем-то вроде опознавательного знака, а потом, собрав их вместе, стать скрепляющим цементом.

Не худо придумано: клетка вырабатывает вещество, ей же самой предписывающее, как и где располагаться. Чертеж многоярусной клеточной конструкции, план будущей ткани заключен в каждой ее детали. Сходные клетки как бы строят леса, по которым из них же воздвигается дом.

Смелая догадка, но не такая уж рискованная. Если разобраться, биологи давно признали за химическими веществами роль межклеточных посредников. В организме действует целая система молекулярных агентов жизни. Одни, вроде гормонов, пользуясь кровотоком, преодолевают большие расстояния, путешествуют от надпочечников к мозгу, от поджелудочной железы к печени; другие, подобно ферментам, работают обычно неподалеку от места рождения, чаще даже внутри клетки, а иным досталась служба на ее поверхности.

Именно эти наружные, как бы смазывающие клетку вещества и определяют ее отношение к соседям.

Перелили больному по ошибке кровь не той группы — тут же склеились, забили все капилляры красные шарики. Чем, кроме физико-химических свойств оболочки, можно объяснить такую бурную реакцию меж кровяными клетками?

Микроб непрошеным гостем проник в организм, лимфоцит немедленно отливает антитело — большую молекулу, что крепко вцепляется в бактерию и выпроваживает за порог.

Бряд ли и эта схватка обошлась без химического взаимодействия.

Межклеточные реакции в молодых, растущих тканях, конечно, гораздо сложнее, да и сцепление здесь не такое жесткое, с изрядным зазором. Но связи, видимо, повсюду строятся на одном физико-химическом принципе.

Раз поведение клеток зависит от их контактов, значит, есть на оболочке какое-то опознавательное вещество — с зарядом или холостое, оно служит и сцепщиком и стрелочником бесконечных клеточных эшелонов.

Эти молекулярные стрелочники в отличие от биологов меньше всего заняты проблемой межвидовой несовместимости тканей, для них она просто не существует. Почечные клетки из двух зародышей — мыши и цыпленка — отлично ужились в одной чашке и, как положено, построили настоящие клубочки и канальцы. То была почка, так сказать, совместного мышино-цыплячьего производства.

Почечные клетки мыши проявили прямо-таки удивительную терпимость к цыплячьим собратьям. И напрочь отвергли союз с кожными и хрящевыми клетками своей же хозяйки. Чужие, но однотипные оказались им ближе единоплодных, да взятых из посторонней ткани.

Выходит, сигналы вещества-стрелочника понятны всем сходным клеткам, независимо от их первоисточников. Главное, были бы из одной ткани, а где родились — в пеструшке или хомяке — не имеет значения. Хрящевые клетки курицы охотно вступают в контакт с кроличьими собратьями и пренебрегут соседями — кожными клетками.

Отличными сигнальщиками обзавелся живой организм! И пока они управляют клеточным хозяйством, никакие аварии ему не страшны. Растущая ткань всегда под присмотром мощных химических регуляторов. Как бы ни были подвижны ее клетки, куда бы ни забросила их кочевая жизнь, бесперебойная служба связи не даст им сбиться с пути, обязательно соберет вместе. Все тело сработано и, можно сказать, скреплено этим на редкость точным взаимодействием мельчайших деталей живой плоти.

Да что говорить, самообъединение клеток — блестящая конструкторская удача природы. Ведь только благодаря ей и удалось поставить сборку живых организмов на поток, из

груды одинаковых деталей строить и постоянно обновлять совершенные механизмы тела.

Но собрать орган или ткань — это еще не все: нужно их наладить, чтобы с первой минуты жизни они работали безотказно, в полном согласии с остальными деталями тела. Запустить, скажем, разом всю нервную систему, да так, чтобы один нерв двигал глазом, другой нес в мозг зрительные сигналы, третий — болевые ощущения...

Непростая задача отработать всю эту механику, подсоединить каждое нервное волокно к его органу, мышце или дольке кожи. С таким заданием, пожалуй, не управилась бы и бригада опытных кибернетиков. А организм выполняет его всегда безошибочно и к сроку: здесь пусковой период не затянешь, к моменту рождения все механизмы, все системы тела должны быть на ходу.

Готовность к жизни — тут залог самой жизни.

## **На монтаже нервной системы**

Если врачи проведут когда-нибудь соревнование на точность диагностики, первый приз наверняка достанется невропатологам: их проницательность общеизвестна. Не успеет иной пациент переступить порог кабинета, еще рта не раскрыл, а врач по нервным болезням наперед знает, о чем пойдет речь. Походка больного, поворот туловища, нечаянная гримаса порой говорят ему больше многих слов. Как часовой мастер определяет на слух поломанную деталь, так врач ставит иногда абсолютно верный диагноз, едва взглянув на своего пациента.

Со стороны, прямо-таки рентгеновский глаз у коллеги-невропатолога. А на поверку дело куда проще: он отлично знает анатомию и как бы держит перед собой атлас нервной системы человека.

Эта монтажная схема проводящих путей тела — ключ ко всем поломкам. Наметанный глаз улавливает малейшее выпадение функций — симптомы недуга, прервавшего проводимость нерва; они, как по следу, приводят врача к месту аварии.

Да, ничего не скажешь, диагноз невропатологи ставят уверенно, гораздо труднее им дается лечение: нервные бо-

лезни, пожалуй, самые неподдающиеся из всех недугов, выпавших на долю человека. Нейрохирурги не без тайной гордости говорят, что не знают простых, легких операций.

Кто станет спорить: мозг и нервы не очень приспособлены к ножу. Зато обнажив их, опытный хирург удивительно быстро разбирается в хитросплетении пучков и волоконцев. Природа как бы вознаградила его тяжкий труд точной анатомией.

Не скажу — прост, да и не всегда одинаков монтаж нервной системы, но на редкость четок. Даже молодой оператор не спутает в спинном мозге пучок болевых нервов с волокнами глубокого мышечного чувства.

Взглянув хоть раз на эту тугосплетенную сеть разнокалиберных стволов и веток, навсегда потеряешь охоту сравнивать нервы с проводами. Какой же кабель сумеет всякий раз так тонко определить свое техническое назначение — подключиться к определенному мускулу, войти в контакт с важным органом, сквозь все преграды прорасти к подшефной железе. Ведь даже биохимики со своими сверхточными реакциями не могут найти разницы между двумя скелетными мышцами, отличить, скажем, грудное волокно от бицепса. А нервная система преотлично узнает своих абонентов и каждого вызывает поименно. Так что левая рука может и не знать, что делает правая, зато мозг безотказно руководит обеими. Да в придачу еще сотнями больших и малых мышц.

Как же управляется он с этой громадой мускулов, кто помогает нервной системе впервые установить связь с многочисленными абонентами?

Скорей всего, они сами. Связь между мышцами и мозгом двусторонняя, депеши идут в оба конца: сверху вниз — приказы, в обратном направлении — доклады об исполнении. Но не только об исполнении: сперва в центр поступает сигнал, уточняющий, какая именно мышца находится «на проводе».

Молодой, растущий мускул-исполнитель как бы представляется мозгу: мол, на этой линии абонирована икроножная мышца, учтите на будущее, надумаете согнуть колено — к вашим услугам.

Так юный мозг осваивается со своими подопечными. Позрелев, он управляет ими еще уверенней, порой даже не

задумываясь, как говорят, рефлекторно. Линии двусторонней связи быстро и четко соединяют его с многочисленными мускулами.

Гонит ли центр нападения мяч, играет ли фортепьянный концерт Рихтер, танцует ли Плисецкая «Умиряющего лебедя», сотни мышц на лету подхватывают команды из центра и, мгновенно отрапортовав об исполнении, спешат выполнить новые приказы. Техника внутренней сигнализации отработана на все случаи жизни. Здесь каждый мускул словно получает телеграмму с оплаченным ответом. И немедленно сносится с отправителем: сигнал принят, жду очередных.

Отличная связь! Трудно даже поверить, что мозг умудряется разослать столько важных депеш, не спутав ни одного адреса.

Для проверки решили подsunуть ему добавочного абонента — пересадить на лапку кролика еще одну мышцу, а нервы обоих мускулов — законного и подсаженного — соединить вместе.

Это была операция вроде подключения параллельного телефона для подслушивания разговоров на основной линии — между мозгом и лапкой. Только здесь на вызов ответили сразу два абонента: согнулась лапка — и в тот же миг с точно такой же силой сократился пересаженный мускул. Мозг установил с ним прямую связь, несмотря на необычное соединение нервов.

Выходит, номер был набран верно: лапка отозвалась, да не хуже ее сработала незаконная мышца. В чем же дело, неужели нервные центры все-таки спутали адресата?

Едва ли. Скорее, сама мышца сообщила им свой новый адрес. Пересаженная, она как бы заново завела в мозге представительство, установила с ним двустороннюю связь. Потому-то нервные импульсы, отправленные лапке, одновременно пришли и к ней. Так что мозг не ошибся, он, можно сказать, по имени вызвал мышцу лапки, да на том же номере оказался второй, не менее важный абонент.

Мозг с толку не собьешь, даже кроличий не поддается ни на какие уловки экспериментаторов. Однажды они пытались запутать его, поменяв местами нервы левой и правой лапки. Операция прошла удачно, и кролик действительно несколько дней не мог понять, «правая—левая где сторона». А потом освоился и, как новобранец на строевых занятиях, понемногу снова овладел техникой ходьбы,



Не раз еще физиологи испытывали приспособляемость, пластичность центральной нервной системы, но на то она, видимо, и центральная, чтобы без осечек управлять телом.

В самых сложных, запутанных ситуациях мозг обращается к верным помощникам — периферийным нервам, и те детально докладывают ему обстановку на местах.

Точнейшая информация здесь — залог тончайшей настройки. Сила мозга в его поразительной осведомленности о состоянии организма; голова управляет телом не вслепую, а чутко прислушиваясь к сигналам снизу, как говорят, работает на принципе обратной связи.

Весь вопрос: как мозг эту связь устанавливает, почему чувствительный нерв сообщает о прикосновении, ожоге, запахе, двигательный вызывает сокращение, а не наоборот? Каким образом двигательное волокно вообще находит свою мышцу?

В том-то и дело, что оно, может быть, вовсе ничего не ищет, а растет само по себе, даже не подозревая о своем назначении. Но встретясь с мускулом, войдя в его плоть, подает в мозг первый сигнал: «на линии икроножная мышца» или «здесь — бицепс». С той поры безымянный нерв постепенно становится моторным, возбуждает всегда один и тот же мускул.

А где-то рядом врастает в кожу другое волокно и спустя немного времени доносит центру: «холодно», «потеплело» — словом, специализируется на чувствительный нерв.

Значит, и впрямь можно обойтись без предназначения: никто дорожных знаков нервному волокну не расставляет,росло в мышцу — и тут же стало осваивать ее, обучаться управлению. А до того было готово к встрече с любым мускулом.

Похоже, я был неправ, когда спрашивал, почему нерв находит свою мышцу. На деле все может выглядеть иначе: не волокно растет к избранной мышце или заданному квадрату кожи, а сами они становятся как бы собственностью выросшего в них нерва. Попросту: нейрон рождается не мастером, а прилежным учеником. И быстро осваивает свою новую специальность.

То первое волокно, что вплетается в растущий мускул, служит как бы начальным звеном, затравкой цепной реакции между молодыми нервными клетками. Получив от мышцы сигнал, контактный нейрон передает его соседу, тот

следующему — и так до последней, уходящей в глубь мозга нервной клетки.

Проскакивая по этой цепочке, импульсы обучают нейроны, специализируют их снизу доверху на двигательный нерв. Идет восходящая эстафета сигналов от мышцы к мозгу. И наконец наступает момент, когда нейронная линия передает команду из центра. Теперь обратная связь установлена, мозг вступает в полновластное управление мускулом, овладевает им, как мышцей, заново пересаженной на кроличью лапу.

У кролика было даже потруднее. Тут специализация нервов давно закончилась, обратные связи закреплены и потому всякое новшество требовало от мозга какой-то перестройки. А зародыш сам еще в ходе строительства, детали его нейронной схемы можно подбирать, прилаживать одну к одной.

И вот эта-то наладка нейронных линий целиком зависит от избирательного взаимодействия однотипных клеток: двигательные волокна узнают лишь себе подобных, чувствительные тоже объединяются только между собой. Поэтому нейрохирург никогда и не путает пучок болевых нервов с волокнами глубокого мышечного чувства.

Так четко налажена у нервов эта сигнализация, столь быстр и точен здесь монтаж, что порой кажется, будто все эти стволы и ветки в самом деле зрячие. Просто диву даешься, как удастся им опознать «своих», как умудрится какая-нибудь нейронная ветка, затерянная среди тысяч таких же волоконцев, всегда отыскивать один и тот же нервный ствол и, вплетаясь в него, доставлять сигнал в заданный участок мозга.

Один дотошный экспериментатор решил проверить, сохранится ли это удивительное чутье, самоопознавание растущих нейронов, если изменить обстановку — пересадить, скажем, кожу с живота головастика на спину. Найдет ли кожный нерв дорогу к своим, определит ли среди множества стволов тот единственный, что соединяет его с мозгом?

К тому времени, когда головастик стал лягушкой, пересаженная кожа окончательно прижилась на спине. Даже опытный микроскопист, наверно, с трудом отыскал бы здесь кусочек, срезанный с живота. Зато лягушачьи нервы быст-

ро разобрались в подмене. И, не признав ее законной, соединились как обычно. Стоило пощекотать лягушке спину, она тут же принималась чесать задней лапкой живот.

Видно, чувствительный нейрон не дал себя обмануть. Попав вместе с кожей на спину, он все-таки отыскал «своих», впелся в нерв, несущий импульсы с живота. И хоть кусочек кожи оказался на новом жилье, вдали от места рождения, его сигналы шли в мозг обычным путем.

Не хуже лягушки налаживает нейронные линии связи болотная жаба. Исследователь поставил на ней еще более красивый эксперимент. Перерезав ее зрительные нервы, он тут же соединил их впритык — спустя несколько недель ослепшая жаба снова увидела мир, стала прыгать, охотиться за мухами, комарами. Только ничего не могла поймать: когда комар садился слева, жаба выбрасывала язык вправо; стоило ему перелететь на правую сторону, жаба стреляла язычком влево. Сбитая с толку, она удрученно смотрела на комара.

Исследователь тоже следил за ним и радовался этой неудачной охоте. Опыт удавался на славу.

Перерезанные нервы срослись, сотни тысяч волоконцев, из которых сработан зрительный ствол, нашли друг друга и, соединившись, восстановили связь с мозгом. То было истинным чудом, ибо даже в нетронutom нерве эти волокна так хитро переплетены, запутаны, что поныне никто не может понять, каким образом удастся им столь точно передавать изображение из глаза в мозг. Никто до сих пор не знает, как кора больших полушарий рассортировывает град импульсов, падающий на нее с беспорядочно скрученных волокон. И, наконец, совсем неизвестно, почему тысячи электрических сигналов превращаются на экране мозга в цельный образ, в цветную картину, в буквы, слова.

Ни одной из этих загадок опыт с жабой не объяснил, но теперь стало ясно, что и здесь, на монтаже важнейшего участка нервной системы — зрительного нерва, — природа воспользовалась испытанным приемом самоузнавания родственных клеток.

Вслепую, на ощупь, но всегда следуя какой-то особой, им одним пока ведомой схеме, тысячи перерезанных нитей устремились друг другу навстречу и с завидной точностью восстановили оборванные контакты. Взрослая жаба, давно вроде бы покончившая со всеми «сборочными» работами, в

беде снова прибегла к этой старой, проверенной схеме — и прозрела.

Но в чем все-таки причина ее охотничьих неудач?

Все очень просто: ученый нарочно перепутал зрительные нервы. Перерезав, он соединил их наоборот: с правого глаза сигналы шли в полушарие мозга, предназначенное для приема импульсов слева, зато левый глаз исправно слал информацию в зону, отведенную его напарнику.

Так они и работали, замещая друг друга. А жаба, естественно, воспринимала их сигналы по старой привычке, и поэтому комар, летевший слева, виделся ей с противоположной стороны.

Кролик, если помните, попав в подобное положение, вышел из него с честью, быстро научился ходить на «перепутанных» лапах. С жабой этого не случилось, до конца жизни она так и не поняла, что стала жертвой хитроумного опыта и, гоняясь за добычей, упорно повторяла ошибку.

Видно, схема зрительных связей от рождения задана столь жестко, что никакая переквалификация нервов здесь не возможна. Войдя однажды в контакт, нервные клетки сплетаются в прочный, надежный ствол, как бы мостят для импульсов дорогу в мозг.

На этом быстром, безошибочном единении сходных нейронов, на точном скреплении их в заданных местах и держится монтаж сложнейшей из всех систем организма — центральной нервной системы.

Как видите, природа и здесь не отказалась от излюбленного приема, ей что почечные, что нервные клетки — все равно перед законом: созрели, научились опознавать друг дружку — объединяйтесь!

На том стоит все живое.

## **В единении сила!**

Взаимодействие клеток не просто монтажный прием, нет—это настоящее зодчество. Ведь организм, в сущности,— мозаика клеточных культур, гармоничное, высокоорганизованное сообщество клеток. Порознь они ничто, груда бесформенных комочков, вместе — теплое, гибкое, живущее тело, шедевр строительной техники природы.

Поэтам не нужно искать образ вечного движения, изменчивости: он всегда перед нами, вернее, в нас. Организм не знает постоянства, здесь нет и одной накрепко встроенной детали, ни одной пожизненно замурованной клетки — все связи динамичны, на диво переменчивы. А внутренний распорядок неизменен. Как бы клетки ни суетились, собранные из них органы и ткани словно отлиты в мастерской скульптора. И, главное, всегда на своих местах.

Что их удерживает? Ведь при такой подвижности деталей весь организм должен трещать по швам, а он цел и невредим. Мы даже не подозреваем о всех этих странствиях клеток.

Зато за ними непрестанно следит целая система охранительных механизмов. И чуть заметила серьезное нарушение, тут же восстанавливает межтканевый распорядок, возвращает заблудшие клетки к месту жительства.

Эта система начинает управлять ростом и передвижением тканей еще у зародыша, когда организм закладывает фундамент всех будущих построек — от сердца до мизинца.

Клетки проявляют здесь необычайную активность. Поодиночке и целыми семействами они перемещаются к месту назначения, где их уже ждут другие переселенцы, и тут начинаются удивительные превращения. Груда клеток, словно повинуясь какому-то приказу, вдруг обретает форму, становится зачатком почки, глаза или самого мозга. И никакие силы не могут изменить дальнейший ход событий: зачаток вызревает в совершенный орган.

Каждый пласт зародыша будто заранее знает, куда двигаться, чтобы наверняка встретить ткань-сообщницу, готовую принять участие в закладке какой-нибудь части тела. Два почечных початка, еще ни разу не повидавшись, от рождения устремлены друг к другу. Издалека, чуть ли не через весь живой клубок зародыша, они пробиваются к месту встречи. Сошлись — и вот она, будущая почка, со всеми ее каналами и клубочками. Так на паевых началах ведутся важнейшие стройки тела.

Кто же ими руководит, где план, откуда у каждой новорожденной ткани такая загадочная осведомленность о соседях? И, наконец, как она выбирает себе достойную напарницу?

Тут мы зашли в сокровеннейшую область живой механики тела.

...Столько чудес бывало с лягушками в сказках, а такого не случалось, чтобы на спине вырос глаз. Зато биологи сделали этот фокус уже не однажды. Пересаживают лягушонку зачаток ока куда-нибудь на спину — среди мышц вырастает хрусталик, роговица... По столу прыгает не мифический, а почти настоящий циклоп, изготовленный в лаборатории.

Глаз этот, конечно, лишь копия, подделка настоящего. Выращенный не на своем месте, он ничего не видит, детали его разбросаны, да и не хватает их, но важно, что они выросли: в пересаженном зачатке был, видимо, не только материал для постройки глаза, но и «чертеж» его деталей. Конструкция органа была тут предрешена, оставалось лишь осуществить ее, заставить глазные клетки выстроиться по заданному плану.

Но в том-то и дело, что не всякой ткани дана такая власть. Нервная, мышечная, да еще кожа владеют секретом постройки глаза, по соседству с ними он растет исправно, а посади зачаток рядом с желудком или костью — ничего не выйдет, конструкция так и останется в зародыше.

Зато рядом с костью отлично уживается хрящ. Между ними существует что-то вроде тайного соглашения о взаимопомощи. Кость поддерживает рост хрящевых клеток, зато и хрящ не остается в долгу. Пересаженный в зародыш амфибии поблизости от кости, он вызвал в ней усиленное разрастание клеток. И хоть подсаженный хрящик был обезвожен и мертв, живые клетки послушно строили вокруг него новую костную ткань. Как пчелы пристраивают к искусственным восковым сотам свежие ячейки, так костные клетки амфибии пристраивали к мертвому хрящику ткань собственного изготовления.

Тут стало ясно: задатки задатками, а каждый початок имеет свой собственный механизм запуска. Рядом с растущей тканью почти всегда движется наводящая — та, что указывает клеткам путь, помогает им вызреть и расположиться в строгом порядке.

Нет между тканями-напарницами контакта, не сработал пусковой механизм — не быть органу.

Когда хирург, экспериментировавший на амфибиях, сдвинул зачаток почки всего на десятую долю миллиметра в сторону, орган не вызрел, хотя до завершения оставалось совсем немного; как только зачаток вернули на место, почка тотчас была построена.

У мышиноного зародыша аккуратно вырезали один из почечных зачатков, другой рос, да без толку — почки так и не получилось. Но стоило оставить зародышу микроскопический кусочек удаленного початка, вырастал вполне нормальный орган.

Похоже, что растущие ткани действительно только впри tiroку могут обмениваться полезными сведениями, информировать друг друга, куда расти, что делать.

Всегда ли у них такая «близорукость»?

Зачаток позвонка был тоже очень требователен и разборчив. Когда его извлекли из зародыша и посадили в чашку, он не стал расти на искусственной пище. Сколько ни добавляли в нее солей, витаминов, как ни подбирали температуру, ничто не помогло. Чтобы стать настоящим хрящом, початку чего-то не хватало.

Начали подсаживать ему разные ткани: соединительную, мышечную, кожную — все равно не растет. Но однажды в чашку посадили ломтик спинного мозга — упрямый початок тут же пошел в рост, вызревшие хрящевые клетки прямо облепили могущественного соседа. Видимо, в нем и был скрыт какой-то секрет их роста.

Нервная ткань оказалась для хряща наводящей. И даже за бумажной перегородкой она властно управляла подшефным початком, заставляла его дозревать до полной спелости. А приказы, скорее всего, доставляло какое-то химическое вещество, молекулярный регулятор роста.

Выходит, зародышевая ткань иногда благополучно достигает зрелости без всяких контактов. Управляемая с расстояния, она не изменяет себе, становится полноценной частью тела.

Растущие ткани подвластны многим влияниям, но не так уж они беспомощны, их клетки порой находят место назначения без посторонних наводчиков, вообще без всяких указателей. Пигментные, окрашивающие, например, впервые появляются в нервной ткани зародыша, но потом, быстро порвав с ней, расселяются в коже. И никакие ухищрения экспериментаторов не могут сбить их с пути. Клетки комариным роем движутся всегда одной, давно известной дорогой.

Биологи пытались запутать их, вводя прямо в кровоток

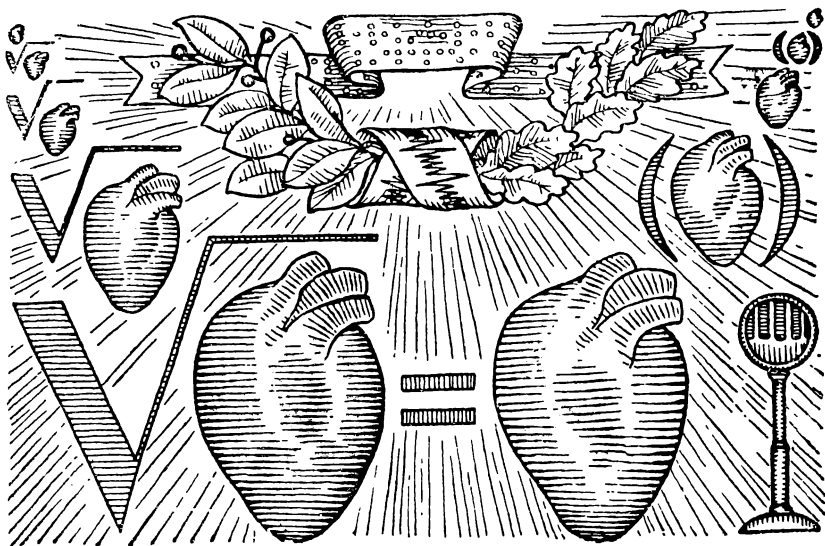
цыплячьего зародыша: мол, привыкли танцевать от нервной ткани, пусть-ка отыщут свое место нехоженым путем. Клетки поплутали, но все-таки нашли постоянное пристанище, все до единой осели в перьях цыпленка.

Так что во взаимодействии тканей шаблона нет. Одна растет под влиянием химических веществ, выработанных соседями; другая требует тесного соприкосновения с наводящей тканью, быть может, зависит от реакции сходных молекул на клеточных оболочках; третья терпеливо ждет, пока в ее нутро, подобно вирусу, внедрится белок, способный преобразовать облик каждой клетки... Впрочем, не обязательно белок, вещество это может оказаться из породы нуклеиновых кислот, разносящих по организму важную информацию, или просто каким-нибудь ферментом, ускорителем роста подшефной ткани. А иной початок и вовсе обходится без всяких шефов: пришел срок — он аккуратно вызревает в орган. Как это ему удастся — неизвестно.

Да и вообще поведение клеток, их переменчивые связи и далекие путешествия еще полны загадок. Биолог проник нынче в ультрамикроскопический, даже молекулярный мир живых клеток, но ему неведомы законы, управляющие сотрудничеством этих подвижных комочков плоти, он почти ничего не знает о механизмах, что скрепляют великое множество деталей в прекрасное сооружение — живое человеческое тело.

Суть жизни — ее динамика — пока скрыта. Здесь на карте науки целая Антарктида. Она ждет своих первопроходчиков.





## ПОХВАЛА СЕРДЦУ

Стоит заговорить о нем, на памяти сразу уйма эпитетов, сравнений, метафор — чего угодно, только не фактов. С ними действительно небогато. Да вы, наверно, знаете их: столько-то ударов в минуту, столько-то за день, год, столетие... Сплошная арифметика. Но как бы ни был велик соблазн сообщить вам еще десятка полтора чисел о тоннаже перекачиваемой крови, затраченных калориях и наработанных килограммометрах, я твердо решил: умолчу, не стану сравнивать сердце с грузчиками, таскающими пудовые мешки на сороковой этаж. Сердечной мышце нужны иные сравнения.

Исполинский, поразительно слаженный труд ее — истинное чудо, но не в тоннах дело.

Сердцем жив человек — это так. Да что заставляет жить само сердце? Откуда в нем этот бесперебойный ритм, четкость, мгновенный автоматизм каждого движения? И где берет оно, вечно бдящее, энергию, чтобы поддерживать в себе неугасимый пламень жизни?

Сердце самоуправяемо. Отлично налаженная авторегуляция, тончайшая настройка, непрерывная подача топлива сделали его одним из самых независимых органов. Не прибегая к чужой помощи, оно задает себе ритм, меняет рабочий режим, добывает энергию... И хоть организм предъявляет сердечной мышце всякий раз особые требования, ее автономия незыблема. Слишком многое зависит от сердца, чтобы само оно было в чьем-то подчинении.

Есть, конечно, нервы и гормоны, способные разом притормозить его или пустить в пляс, но действуют они через ту же внутрисердечную систему. Откуда бы ни пришел к сердцу импульс, какой бы орган ни молил его о помощи, все сигналы попадают в эту обособленную проводящую систему.

Даже мозг не может повлиять на сердечную мышцу в обход общего правила, ибо у сердца свой мозг, свои законы.

## **На капитанском мостике**

Нет, не все великое просто. В этом я убедился, засев над книгами о сердце. И, боже мой, сколько приблизительных слов и наивных догадок породил мерный ход этого точного механизма.

Право же, сердце сыграло со своими исследователями забавную шутку, заставив их поверить, что сокращается только потому, что через него течет кровь. Течет и раздражает, щекочет сердечную мышцу, а та в ответ ежится — вот вам и сокращение. Съежилась — вытолкнула кровь, ослабла — наполнилась снова. И так всю жизнь.

Просто, правда? Но велико ли?

Пустили в изолированное сердце мощную струю масла — оно заработало, как на крови. Заменили масло инертным газом — никаких перебоев. Сокращалось даже пустое сердце.

Кровь перестали считать погонщиком сердечной мышцы. На эту роль появились другие претенденты. Их было много, о всех не расскажешь, но поиск шел уже в самом сердце.

В предсердии, неподалеку от устья вен был обнаружен небольшой, величиной с копейку, нервный узел, сыпавший на мышцу прямо-таки град импульсов. Вскоре выяснилась истинная цена этой «копейки».

Беспокойный узелок оказался главным водителем сердечного ритма, мозгом и владыкой всего сердца. Упрямый в глубине мышечной ткани, он по-капитански командует ее работой, каждую минуту рассылает десятки мгновенно исполняющихся приказов.

У капитана нашелся помощник — узел второго ранга, примостившийся на границе предсердий и желудочков. Приняв импульс-сигнал, он тут же передает команду вниз по инстанции — на нервные пучки, веером расходящиеся в сердце. По ним волна возбуждения с реактивной скоростью разом достигает всех мышечных волокон — сердечный мускул сокращается в полную силу. И мигом расслабляется, отдыхая, ждет нового сигнала.

Ритмичен, на доли секунды рассчитан рабочий цикл сердца. Живой автомат годами действует без осечек: в нем строжайшая согласованность, субординация всех нервных узлов.

Главный, работающий на самой высокой частоте, навязывает свой ритм остальным, его приказы для них — закон. Стоит какому-нибудь участку проводящей системы выйти из подчинения, повисить частоту, в сердце начинается тяжелый разлад: приказы сыплются на мышцу с разных концов; не успев отдохнуть, наполниться кровью, она получает сигнал к сокращению, часто срывается невпопад — словом, сбивается с такта.

Великое дело — субординация. И все же узлы второго, даже третьего порядка не только исполнители. Природа и их наделила автономией. Предусмотрительный конструктор, она выше всего ставит надежность своих творений. А ведущий узел, хоть и энергичен, временами выходит из строя. Болезнь, неисправность проводящей системы наглухо изолируют его от ближайшего помощника. Импульс, несущий жизнь, не доходит до сердечной мышцы.

Что ж ей — гибнуть?!

Мгновенно включается узел второго ранга. Подавленный

до поры главным, он с ходу берет на себя обязанности водителя сердца, шлет мышечным волокнам спасительную искру. Редкая, куда слабее «капитанской», она все-таки возжигает пламень — жизнь продолжается. Так налажена страхующая система сердца, взаимозаменяемость его отделов, что, выйди из строя и этот узел, оно не умрет, отыщет в себе энергию и новый механизм запуска.

Работать, работать, во что бы то ни стало сокращаться — вот жизненное назначение сердечного мускула. Водитель ритма понуждает его на этот великий подвиг.

Однако кто управляет самим водителем, без усталости высекает и гасит в нем искру? Кто зажигает этот ровно, как на маяке, мигающий электросигнал?

Сначала думали — углекислый газ. И в том был резон: притекающая к сердцу венозная кровь насыщена им до предела. Узел-водитель, расположенный в правом предсердии, неподалеку от впадения вен, постоянно купается в углекислоте. Законно было предположить, что она возбуждает его наподобие дыхательного центра в мозге.

Опыт вроде бы подтвердил догадку. Когда через изолированное сердце пропускали кровь, бедную углекислотой, ритм действительно замедлялся, иногда мышца вообще сбибалась с ходу. Однако избыток углекислого газа никак не мог заставить ее сокращаться чаще обычного.

Авторы гипотезы нашли остроумный выход: они заявили, что сердце всегда работает на предельной частоте, поэтому, мол, сколько газа ни добавляй, ритм не повысится. Но они ошибались. Есть вещества, заметно ускоряющие работу сердца. А углекислота, как ни мудри, этим свойством не обладает. Не в ней дело.

В чем же?

Подумали и решили: сердце взбадривает самое себя. Слово эндокринная железа, оно вырабатывает особый гормон — возбудитель ритмичных сокращений.

Сердечный гормон называли автоматинном. И вскоре выделили его как раз из той части предсердия, где трудится ведущий узел. Знаменательное соседство. А загадочное вещество и впрямь заставляло биться замершие лягушачьи сердца. Можно было подумать, что найден наконец эликсир жизни!

Но я ведь говорил: в науке не без скептиков. Один из них добыл «сердечный гормон» из печени и селезенки. Раз-

ные вещества исправно запускали остановленное сердце, действовали подобно автомату и даже сильнее. Зачем, спрашивается, печени такой гормон?

Померкла и эта гипотеза. А жаль, уж очень была эффективна.

Как же все-таки объяснить эту удивительную способность сердечной мышцы безостановочно порождать ритмические импульсы? Что такое автоматизм сердца?

Над этим уже давно думают физики. И, конечно, на свой лад. Ведущий узел они уподобили конденсатору в колебательном контуре, импульсы — разрядам накопленного электричества. Клетки узла собирают на своей поверхности энергию и, дойдя до порогового напряжения, «взрываются», целиком отдают заряд в контур — проводящую систему сердца.

Тотчас сокращается, гонит кровь сердечный мускул.

Вспышка. Выхлоп. Пауза, не просто отдых, — накопление заряженных молекул. Затем взрыв — и мгновенная их растрата.

Интересно задумано, ничего не скажешь. Но если проводящая система сердца — автоколебательный контур, она должна быть замкнута.

Анатомы, что же вы молчите? Остановите этих мечтателей, покажите им атлас иннервации сердечной мышцы, где тысячи веточек разбегаются по своим волокнам.

Где тут контур, хоть отдаленное подобие замкнутой системы?

Молчат анатомы, видно, еще не уверены, что физики заблуждаются. По правде, здесь и не нужны опровержения. Пусть лучше физики докажут, что весь этот клубок нервов работает как одно целое. А мы пока вернемся к живому сердцу: схемы схемами, а пульсируют все-таки живые мышечные волокна. И порой без всяких нервов — в капле жидкости.

Раздробленное сердце куриного зародыша живет, сокращается, словно целый орган. Автоматизм сохраняют мельчайшие кусочки сердечной ткани. Когда московский физиолог Михаил Георгиевич Удельнов пустил их в раствор, они продолжали свое неугомонное биение. Только у каждого был уже собственный ритм. В капле плавало несколько мик-

роскопических обломков сердца, и все сокращались на особый лад. Те, что из предсердия — часто (не зря же там лидирующий узел!), желудочковые — гораздо реже. Хваленной слаженности, синхронности деталей сердца как не бывало. Даже в одной капле они независимы.

Но стоило двум таким микроскопическим островкам срастись воедино, они обретали общий ритм. Присоединялся еще один — и все трое пульсировали в унисон: каждый жертвовал самостоятельностью на общее благо.

Выходит, не химическое вещество, вроде какого-то автомата, а прямой контакт, тесное содружество заставляет клетки сердца работать «на одной волне». И связь между ними, скорее всего, биоэлектрическая.

Простым и красивым опытом подкрепила эту догадку профессора Удельнова студентка Московского университета Елена Максимова. Два живых лягушачьих сердца она положила друг на друга. Оба они тут же заработали в такт. Но как только их разъединили, каждое вернулось к исходному ритму. Сближение — и снова устанавливается единый пульс. Видно, сердце сердцу и впрямь весть подает. Приносят ее ионы.

Доказать это было не так уж сложно.

На обыкновенную фильтровальную бумагу, смоченную соевым раствором, Максимова положила два сердца — лягушки и змеи. Лягушачье билось чаще и вскоре с расстояния подчинило своему ритму змеиное. Какая тут могла быть связь, кроме биоэлектрической?

Но биотоки сердца — не новость. Интересно, откуда они? Как успевает ведущий узел ежеминутно вырабатывать семьдесят зарядов — своеобразных запалов мышечных сокращений? На батареею его клетки мало похожи, да и прерывателя в них никто пока не обнаружил.

И все-таки профессор Удельнов нашел здесь нечто общее именно с батареей. Водитель сердца, ту самую «копейку», что лежит в правом предсердии, он уподобил живому источнику тока, составленному из множества нервных клеток. Собранные попарно, словно две пластины простейшего элемента, эти клетки вырабатывают заряд, идущий всегда к одному волокну. Пары нервных клеток — дублиеты — как бы прикреплены к определенным деталям мышечного механизма, но возбуждаются все одновременно. И разом отсылают заряд.

Волокна предсердия сокращаются в единый миг: кровь выброшена в желудочки. Импульс мчится по проводящей системе дальше, охватывает сразу всю мышцу — систола!

Мускул сократился — кровь в аорте. Начинается отдых: клетки водителя восстанавливают исходный потенциал, как бы перезаряжаются, готовясь к новому залпу. Сердце ждет их сигнала. Через секунду они щедро отдадут ему свой заряд.

И так всю жизнь.

Сердечный ритм порожден взаимодействием клеток, каждый импульс — итог цепной электрохимической реакции.

Своеобразная гипотеза! Много ли за ней фактов?

Пока они буквально в зародыше: догадка возникла при изучении сердца куриного эмбриона. Безмолвное, оно начинает пульсировать, когда смыкаются два зачаточных листка, два растущих друг другу навстречу сердечных початка. В миг их слияния сердце подает первый сигнал жизни. И чем дальше надвигаются листки, чем больше между ними контактов, тем смелее, энергичнее сокращается юная мышца. А источник ее биений — узел, побуждающий к труду, передвигается вслед за ползущим початком и наконец достигает предсердия. Тут ему и место.

Динамику сердца проследили, можно сказать, от самого яйца. И все действительно заставляло поверить: град импульсов, падающий из главного узла, вызван тесным переплетением, контактом мышечных и нервных клеток.

Но есть у гипотезы и слабое место: она молчаливо предполагает, что одна сердечная клетка не способна к ритмической деятельности. Для жизни, активного возбуждения нужны по меньшей мере две, чтобы между ними, как в батарейном элементе, могла возникнуть разность потенциалов, побежал ток.

Не все факты работают на эту теорию: сердечная клетка возбудима и сократима даже в полном одиночестве. В мышце, среди товарок ее электрическая активность наверняка возрастает, и, вероятно, ученый прав: только клеточные сообщества способны снабжать сердце своим самородным огнем.

Однако от факта не уйдешь: пульсирует, неделями бьет-

ся, живет и вырабатывает энергию последний, неделимый комочек сердца. И каждое его биение — удар по теории клеточных дублетов.

Но погодите, рабочие гипотезы для того и создают, чтобы мостить ими дорогу к истине.

## Гонка за лидером

Первый шаг в микроскопические недра сердца, и сразу сюрприз: оно выглядит огромной многоядерной клеткой. Мышечные волокна связаны в пучки, но ничем не разделены. Как ни красили исследователи сердечную ткань, под какие линзы ни клали, мышца походила на поле с перепаланными межами.

Орган из одной клетки — не диво ли?

Удивлялись до поры, пока сердце не попало под электронный микроскоп. Тут увидели, что и оно не цельномышечное: сеть тончайших оболочек разгородила его на множество клеток. Так густо набита ими сердечная мышца, столь неясны, словно на размытом снимке, межклеточные перегородки, что границы и впрямь казались призрачными. Но они были, и обнаружили их не только микроскописты.

Сердце молодого крысенка под действием особого фермента расщепилось на тысячи клеток. Осажденные центрифугой, подкормленные кровяной сывороткой, они через три дня начали самостоятельную жизнь. На сей раз во флаконе с питательной средой.

Первым делом клетки-отщепенцы стали искать точку опоры, как бы закрепляться на новом месте. Выпустив длинные ножки, они прочно приклеились к стеклу. И тут же снова запульсировали. Однако не все. Американский исследователь Айзек Хэрари, впервые взглянув на эту дикорастущую колонию, увидел, что из ста клеток сокращается только одна.

Колония была велика, и потому таких активисток набралось немало, но работали они вразлад: у каждой появился собственный пульс. Клетки-соседи, жившие в равных условиях, на общем рационе, были абсолютно независимы, точно никогда не трудились в одном органе. И этот разнобой сразу навел исследователя на мысль: каждый удар сердца



зарождаются в биении таких импульсивных одиночек. Пучки мышечных волокон, нервные связи — очень важные детали сердечного механизма, но пульт управления в самой клетке, ибо сократимость, ритм — ее врожденные свойства.

Как она использует их?

Спустя несколько недель Хэрари увидел на клеточном пастбище удивительную картину: неподвижные мышечные клетки выросли и, коснувшись пульсирующих, сразу стали сокращаться им в унисон, словно получали какие-то ритмичные команды. Сами активисты тоже размножились, вступили в контакт и работали теперь с одинаковой частотой. Независимость их точно рукой сняло. На глазах исследователя разрозненные детали сердца по собственному почину — прямо как в мультфильме — собрались в единый механизм. И заработали в лад: толстый клеточный пласт, вздымаясь и опадая, пульсировал подобно целому органу.

Ученый разделил его пополам. И снова наступил разбой: обе половины, плававшие рядом, обрели самостоятельный пульс.

Значит, все дело в прямом контакте клеток. Собравшись воедино, они как бы составляют цепь, мгновенно пропускающую ток. Скользнув по их телам, импульс-сигнал вызывает одномоментное сокращение всех волокон.

Несложная с виду механика, а установить ее удалось с большим трудом. Казалось, есть в сердце какой-то другой, возможно, химический переносчик возбуждения. Если он существует, догадке о клеточных контактах грош цена.

Новый опыт: на краешек пульсирующей колонии капнули ацетилхолин. Фермент этот, как и полагалось, властно застопорил все клетки. Тогда сердечную колонию разделили надвое, но ацетилхолином обработали только одну половину, — она тут же замерла, зато другая даже не замедлила темпа. Только перемешав питательную среду, разогнав по ней тормозящий фермент, ученый остановил биение в обеих половинах.

Да, похоже, клетки сердца всем видам связи предпочли прямой контакт. Что ж, им виднее, как лучше наладить передачу пусковых импульсов. Но тут, мне кажется, вместе с клетками в соприкосновение пришли взгляды ученых — советского и американского. Ведь и профессор Удельнов дав-

но ищет источник сердечного автоматизма, запал мышечных сокращений в тесном переплетении разных тканей. Хэрари перевел этот поиск на клеточный уровень, опустился еще на одну ступеньку в глубь сердца. И нашел там важную деталь этого тонкого механизма — самостоятельно пульсирующую клетку. Но, когда речь зашла о работе целого органа, о распространении и, возможно, усилении импульсов, американец тоже задумался над взаимодействием многих элементов сердечного мускула.

Их там предостаточно, но ведут за собой всю мышечную массу, конечно, активные клетки. Таких лидеров очень мало, и все же они задают темп этой беспримерной гонке; от них, вечно бодрствующих, зависит неустанный, пожизненно безостановочный бег сердца.

Мышечное волокно само по себе мертво, в союзе с лидером оно сокращается, творит великое чудо — жизнь.

Откуда, однако, берутся эти сверхсамостоятельные клетки, где их родина, постоянное местожительство? Или, может быть, они разбросаны по всей мышце?

Небольшая толика, возможно, и вкраплена в рабочую мышцу, но основной резерв, надо думать, сосредоточен на «капитанском мостике» сердца — в ведущем узле. Здесь, в этой «копейке», что жизнь бережет, обнаружили огромное скопление активных клеток. Когда из предсердного синуса, где лежит узел, вырастили клеточную колонию, в ней оказалось множество пульсирующих лидеров.

Природа рассчитала верно: насыщенные энергией, собранные воедино, чудо-клетки разряжаются всякий раз с такой силой, что весь мускульный механизм приходит в движение.

Узел задает ритм сердцу — это неоспоримо. Но кто командует самим узлом, на кого равняются лидеры, если они все — главные? Ведь так, пожалуй, каждая клетка навязывает свой ритм соседям, а многовластие ведет к анархии — беспорядочному трепетанию волокон.

Не стану выхвалять: автоматика сердца, хоть и высочайшего класса, изредка дает осечки. Но в норме все клетки ведущего узла строго дисциплинированы, вроде бы подчинены одному вожжаку.

Кто же он, этот лидер из лидеров, — самый быстрый,

энергичный или, быть может, какой-нибудь медлитель, порывивший сердце своим неспешным ритмом?

По правде говоря, сначала казалось: никто. Могли же клетки ведущего узла прийти к соглашению, выбрав какой-то средний, для всех удобный режим сокращений. И, раз выбрав, работать без обгона и отставания — ровно.

Так казалось. А оказалось все иначе.

Хэрари подогрел чашку с пульсирующей колонией — она разом участила ритм, затем, остыв, вернулась к прежнему; теплота ускоряла, холод замедлял биение клеток — это было не ново. Но ученый пошел на хитрость: левую сторону чашки грел, правую — охлаждал. Разница между полюсами колонии дошла до десяти градусов, однако вся она сокращалась в быстром темпе, равняясь на самые горячие клетки. Тогда Хэрари воспользовался своим излюбленным приемом: разделил клеточный пласт надвое. И тотчас холодная половина отстала от теплой, остывшие клетки, словно гонщик, оторвавшийся от лидера, резко убавили скорость.

Выходит, есть все-таки вожаки и на клеточном уровне. Много ли их, как руководят они массой ведомых? И может ли, наконец, одна активная клетка управлять всей громадой сердца?

Хэрари предположил — может: ритм задает быстрее-шая. И он не ошибся, но доказали это советские биофизики Сергей Ковалев и Левон Чайлахян.

Их опыт прост, красив и весьма символичен: его придумал наш известный математик лауреат Ленинской премии Израиль Моисеевич Гельфанд. Не физиолог, не врач и не микроскопист, человек из отвлеченного мира чисел заглянул в глубь сердца и сказал о нем новое слово. Право же, здесь есть о чем поразмыслить... Однако эксперимент уже идет, Ковалев и Чайлахян склонились над горошиной лягушачьего сердца, вводят в нее тончайший микроэлектрод.

Вот стеклянный волосок коснулся пульсирующего комочка — на зеленоватом экране осциллографа вспыхнула, побежала, оставляя медленно затухающий след, яркая точка. Пока все спокойно. Электрод нащупывает цель, и мерцающий светлячок, чуть подрагивая, выписывает ровный электрический график сердца.

Тикают часы, беззвучно скользит по экрану светлая полоса...

И вдруг светлячок, словно ударившись о невидимую стену, круто взлетает и, описав дугу, вновь садится на бегущую дорожку... Тик-тик-тик... И снова дуга. Это электрод, проколов мембрану, вонзился в клетку — на экране мгновенно заплясали ее крутые электропотенциалы.

Теперь начинается главное. Наколотая клетка, получив по волоску внеочередной импульс, должна возбудить все остальные, заставить их сократиться до срока, как говорят физиологи, вызвать экстрасистолу. Способна ли она на такое — одна-одинешенька запустить могучую мышцу сердца?

В лаборатории тихо. Только сердечный мускул, не ведая сомнений, отбивает свой ровный такт: удар — пауза — снова удар... Уловив одну из таких коротких пауз, в клетку посылают слабенький ток — мигом сжалось в комок все сердце. Ему еще полагался отдых, еще шла недолгая передышка, но возбужденная клетка разослала по всей мышце сигнал: работать! И сердце послушно приняло навязанный ритм, сократилось до срока.

Итак, найден запускающий механизм сердца, открыт ничтожно малый водитель ритма. И все же оставалось сомнение, не вызвал ли систолу ток, посланный в клетку. Хоть и слабый, он мог одолеть ее мембрану, распространиться по другим волокнам...

Мог ли? Как доказать, что импульс не вышел за пределы клетки, что сердце подчинилось ее личному приказу?

Ввели двухканальный электрод; тонкий, как волос, он пропускал ток в обоих направлениях. Теперь, послав заряд, исследователи могли проследить его путь, засечь искусственный импульс за порогом клетки.

Нет, не в силах он одолеть ее мембрану, гаснет на месте. А сердце все-таки сократилось, значит, сигнал пришел из возбужденной клетки: запальной искрой служит ее собственный ток. И никакой другой.

Интересная находка: какой-то микроскопический клочок сердечного мускула, получив добавочный импульс, ведет за собой все мышечные волокна, становится лидером их беспримерного марафона.

Раз так, сердце действительно всегда во власти самой быстрой, высокочастотной клетки. И находится эта активистка в предсердном узле — скопище скорострельных клеток сердца.

Хэрари думал, что лидируют сразу несколько таких кле-

ток, но Ковалев и Чайлахян доказали: одна, и даже меньше. Внеочередное сокращение сердца можно вызвать с участка мышечного волокна длиной в микрон. Врачей этот факт, надо полагать, очень заинтересует: им-то хорошо известно, как опасен такой неуловимый очажок, когда он по собственному почину вдруг начинает сыпать беспорядочные команды, сбивать сердце с такта.

К счастью, оно редко подчиняется самозванцам. Избрав вожака, активные клетки все без исключения работают на его частоте. В этом согласии — секрет ритмичных всплеск запального устройства.

Тонкая механика! Сердце работает от ведущего узла, а в самом узле главенствует, задает пульс быстрейшая клетка. Одна управляет целой системой мышечных волокон. Значит, от нее и зависит хваленый автоматизм, четкость каждого такта живого мускульного двигателя.

Вот это кибернетика — на клеточном уровне!

Признаться, я был горд. И тут же испугался: неужели жизнь человеческая и в самом деле висит на такой микроскопической детальке? А вдруг...

Никаких вдруг, природа не любит риска, да и предусмотрительности ей не занимать: выбыл из гонки лидер — его место мгновенно занимает ближайшая по частоте клетка. Настоясь, как бы на ходу приняв решение, она диктует его всем остальным. И бег продолжается. Ровный, безостановочный — поистине бег жизни.

Очень надежное это устройство — сердце. И хоть гарантийный срок на него, к сожалению, не выдается, десятки лет работает без ремонта. А при умелом пользовании и того более. Однако случаются перебои.

## SOS!

Автоматы тоже зависимы. Железные или живые, они всегда в ожидании рабочей команды. Тысячи сигналов мчатся к ним по нервам и проводам, каждый спешит ко времени. Опоздал — заглох мотор, разладился конвейер, ракета не вышла на орбиту, но, пожалуй, худшее — осекся, не сработал в срок сердечный мускул.

На доли секунды рассчитан его цикл, чуть задержался

нервный импульс, не вспыхнула вовремя «искра» — мышечный двигатель пропускает целый такт. А порой несколько.

Мускул сердца здоров и крепок, но в проводящей системе где-то затор, перемычка с высоким сопротивлением. Сигнал, посланный главным узлом, не всегда может одолеть ее, пробиться к желудочкам. Выключенные из единой энергосистемы, они питаются биотоками аварийных подстанций — узлов второго и третьего порядка.

Но что это за жизнь!

Предсердия на полном ходу, а желудочки приторможены, мышца словно распалась надвое, у каждой половины свой ритм.

Блокада как бы разъяла сердце: предсердия послушны законному водителю, желудочки во власти узла второго ранга. Этот тяжкий разноритм доводит натруженный мускул до полного истощения. Чем помочь ему, кто вызволит сердце из беды?

Ток! На сей раз электрический, из батареи или аккумулятора. Прерывистые импульсы вернут сердечной мышце утраченное единство, заставят предсердия и желудочки сокращаться последовательно, в заданном ритме. Даже гибнущее, остановленное шоком или сильным кровотечением, сердце оживает от прикосновения электродов небольшого прибора: по ним ежеминутно пробегают десятки спасительных зарядов.

В Московский институт сердечно-сосудистой хирургии как-то привезли женщину лет пятидесяти. Перебои сердца, редкий пульс, судороги и обмороки... Юргис Бредикис, врач из Каунаса, быстро понял: нарушена сердечная проводимость.

Электрокардиограмма подтвердила диагноз: блокада — связь между желудочками и предсердиями почти прервана.

Сердце нуждалось в срочной поддержке, электростимуляции. Тут же решили ввести в него электрод и навязать искусственный ритм. Больную приготовили к зондированию сердечной полости. Процедура эта нынче почти безопасна: электрод быстро и безболезненно скользит по венам до самой цели. Но по дороге в кабинет — то ли от волнения, то ли настал его час — сердце остановилось, исчез пульс. Больная умирала.

Это произошло в 11 часов 55 минут.

Врач сразу стал массировать грудь, как бы взбадривать сердечный мускул на расстоянии. Через полторы минуты электростимулятор послал через грудную стенку длинную очередь сигналов. Сердце молчало.

В 11 часов 57 минут — последний вздох. На врача смотрели мертвые глаза.

Он все-таки массировал сердце. Подросла сестра, наклонилась над телом и, прильнув к синим губам, начала вдвухать воздух.

12 часов. Больная в операционной, кислородный прибор готов. В трахею вставляют трубку и на шестой — предельной после смерти минуте врачи переходят к управляемому дыханию... Чуть порозовели губы, сошла с лица смертельная синева, но стеклянные глаза по-прежнему не видят света, дотронься хоть пальцем — не закроются. Никаких признаков жизни. Видно, кислородом смерть не отогнать — нужна кровь, ее нагнетают прямо в артерию, так ближе к сердцу.

В 12 часов 10 минут перед врачом электрокардиограмма, на ней тонкая, будто дрожащей рукой выписанная дорожка — зубцы, провалы, снова зубцы. То сигнал бедствия: сердце умирает в конвульсиях.

В 12 часов 15 минут. Заряд в восемьсот вольт не смог сбить с желудочков волну трепетаний. Больной дают наркот: грудная клетка вскрыта.

Сердце в руках хирурга. Посиневшее, твердое, оно уже почти не сокращается, только желудочки по-прежнему подрагивают, точно ежатся на холоде. Врач бережно похлопывает сердечную мышцу, стремясь вернуть ей хоть частицу былой силы. И снова, теперь уже в открытое сердце, посылает несколько мощных разрядов.

Желудочки вдруг бешено заработали. Словно стараясь наверстать упущенное, они взяли предельную скорость. И тут же снова замерли. Но они еще живы, способны сокращаться — вот где настоящая борьба до последней капли крови!

Еще усилие: кубик адреналина в сердечную полость — и трепетанию конец.

В 12 часов 28 минут — через 33 минуты после гибели — сердце оживо. Еще долго будет оно приходить в себя, настраиваться на рабочий лад, но жизнь спасена! Теперь ее

нужно сохранить, дать больной мышце надежного повода.

Юргис Бредикис и Борис Савчук закрепляют на ней электроды и, зашив рану, включают электростимулятор.

Внимание! Дан ток — на проводе само сердце.

Короткими, энергичными ударами отвечает оно на сигналы.

...Очнувшись глубокой ночью, больная, верно, и не подозревала, что прошла через смерть. А спустя месяц она отправилась домой, унося в кармане маленький прибор, ежеминутно посылавший сердечной мышце восемьдесят энергичных команд: сокращаться!

Едва ли в мире есть линия связи важнее этой, но беда, что по проводу, кроме импульсов, порой проскакивают микробы. К тому же он ломается от перегибов. Ведь сердце сокращается больше ста тысяч раз в сутки и так же часто гнется вслед за ним вживленный провод. Ни один металл не выдерживает такой нагрузки. Сколько инженеры ни перепробовали сплавов, нет сердечному мускулу равных и в прочности. Даже стальная пружина слишком хрупка, чтобы вынести этот марафон сердца. Так не проще ли отказаться от всяких проводов, вживить стимулятор прямо в грудную полость?

Задача вполне осуществимая. Полупроводниковый прибор уместился в грудной клетке, не потеснив ни одного органа. Но с той поры он работал всегда на постоянной частоте. А сердце требует плавного управления. Прогуливается человек в парке — одна нагрузка, спешит на работу — совсем другая. Не вскрывать же всякий раз грудную клетку, чтобы перевести рычажок.

Между прибором и сердцем установили беспроводную связь. На поясе больного, словно охотничий патронташ, висел радиопередатчик, а от него шнур к антенне, спирально свернувшейся на груди, как раз против сердца. Приемное устройство величиной с пятак прикрепili к сердечной мышце двумя иглами, с них круглосуточно сыпались пусковые импульсы.

Сердце чутко вслушивалось в позывные карманной станции. Стоило хоть немного увеличить частоту передач — оно покорно ускоряло темп, частоту уменьшали — и следом



замедлялся пульс. Словом, положи антенну на сердце, можно заставить его сокращаться в любом ритме!

Но никогда нельзя наверняка угадать, каким должен быть ритм — частым или редким, иноходью или галопом. А сердце, хоть и больное, отлично знает, когда наддать, где притормозить да и заряды вырабатывает не стандартные — с учетом переменчивой нагрузки. Жаль только, что закупорены они при блокаде досадной перемычкой, ее не уберешь.

Зато можно обойти, перебросить от предсердий к желудочкам электронный мостик. По нему импульсы мигом проскачат от главного узла до мышцы.

В том-то и горе, что мигом: по проводящей системе биоток проходит куда медленнее, она ведь не железная. Раз так, мостик нарушит сердечный цикл; желудочки сработают почти одновременно с предсердиями. Не заполненные кровью, они сократятся вхолостую. Кому такой прибор нужен?

Однако физиологи не перестают о нем думать: ведь импульсы, снятые с предсердий, можно пустить окольным путем, немного придержать, чтобы они дошли до желудочков не раньше обычного. За это время слабенький предсердный биоток побывает в усилителе и, набрав мощи, возвратится в мышцу как раз к моменту выхлопа. Тут ему и работа.

Мостик как бы воссоединит орган, разъятый блокадой, вернет сердцу четкий, выверенный ритм, ибо от искусственной электростимуляции оно вновь перейдет к исконной саморегуляции.

Поистине электроника проникает во все области жизни, даже в живой организм. Само сердце у нее на поводу! Но и это не предел: иной раз она может заставить его заняться углубленным самоанализом. Не просто погонять, а дотошно изучать самое себя, вслушиваться в собственный ход и при малейшей заминке сигнализировать: SOS!

Нет, нет, это не обычная запись биотоков сердца, где врач порой тщетно разыскивает опасные признаки. Можно извести километры пленки, измерить тысячи зубцов, но так и не найти тот единственный, что предостерегает о беде. Больное сердце иногда часами, сутками не подает никаких сигналов бедствия и вдруг...

Поди угадай, когда это случится.

Теперь угадывают, не глядя на больного. Доктор медицины Виктор Семенович Гурфинкель и доктор физико-математических наук Михаил Львович Цетлин построили прибор, улавливающий малейшие изменения сердечного цикла. Врач может уйти, заняться своим делом, а в это время аппарат тщательно следит за мышечными сокращениями, вычисляет средний ритм и, запомнив, сравнивает с ним каждый сердечный цикл. Прибор как бы промеряет нормальный «шаг» сердца и по нему оценивает остальные.

Вздохнул больной или чуть кашлянул, изменилась частота сердцебиений — тут же пересчет, и в электронную память вводится новый эталон для сравнения. Никакая случайность, ни одно ложное движение сердечного мускула не должны повлиять на математически точную оценку его деятельности. Вслушиваясь в речитатив сердца, прибор выделяет только болезненные, фальшивые ноты. И, записав их, подает сигнал тревоги.

Так что прибор, хоть и не ставит диагноз, довольно чутко следит за своим подопечным. Тонкий слух позволяет ему улавливать не только нарушения ритма, но и признаки другого грозного осложнения — инфаркта сердечной мышцы. Еще задолго до закупорки сосуда, когда ни врач, ни больной, ни сам работага-мускул не чувствуют приближения опасности, умная машина высматривает в «стенограмме» сердца какое-то едва приметное изменение: один из многих тысяч зубцов чуть-чуть отклонился от нормы. За этим чуть-чуть порой человеческая жизнь...

Впрочем, медики отвоевывают ее нынче даже у инфаркта. Тут главное — быстрота. Засел в венечной артерии сгусток крови — убрать его без промедления. И сердце остается невредимым. Обескровленный участок мышцы оживает даже через два часа, только успевай откупорить сосуд, открыть дорогу крови, жизни.

Легко сказать: успевай. Не оперировать же человека сразу после инфаркта!

Что ж, придет время и прооперируют, а пока есть другой выход — промывание. В сердечные сосуды накачивают особый растворитель, и пробка, несущая большую беду, иногда смерть, быстро тает; кровь устремляется к мышце.

Плохо только, что кровяной поток мгновенно смывает спасительное вещество, разносит его по всему телу, а добав-

лать опасно: кровь, насыщенная растворителем, теряет свертываемость. Тут любая царапина страшнее инфаркта.

Как же все-таки лечить сердце без риска?

Когда-нибудь это станет простым делом: выключат его из кровяного русла и, промыв целебным препаратом, заставят снова работать, а может быть, дадут передышку, отпуск после болезни, благо, аппарат искусственного кровообращения всегда под рукой. Но это впереди, а сейчас медики научились улавливать момент, когда сердце само выключается из общего русла, чтобы покормить собственную мышцу.

Вот оно с силой выбросило в аорту очередную порцию крови, миг — и аортальный клапан закрыт, мускул быстро обмяк, его расширившиеся сосуды жадно вбирают свою долю пищи. Через каждую секунду сердце как бы закрывается на обед: глоток крови, короткий отдых и снова за работу.

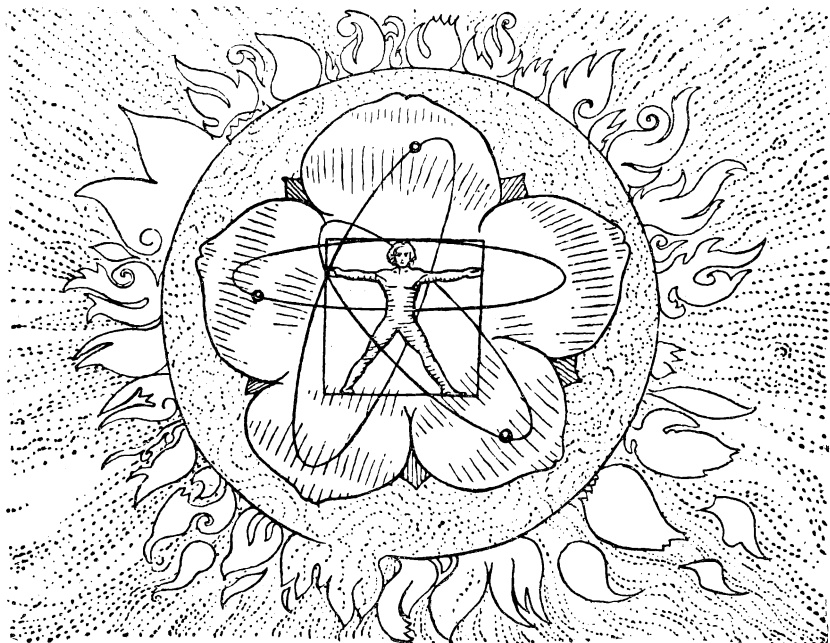
Вместе с обеденным глотком врачи решили дать ему лекарство. Тогда вся доза растворителя достанется сердцу, сразу дойдет до закупоренной артерии, а там уж пусть растекается по телу — не жалко.

В устье аорты, где берут начало сердечные сосуды, ввели зонд с пипеткой на конце и подключили всю систему к баллончику с целебной жидкостью.

Теперь курок взведен, нужно лишь вовремя скомандовать: «Пли!» — и в аорту, а оттуда к тромбу хлынет растворитель. Но кто, какое сверхчуткое ухо способно уловить начальный миг сердечной передышки? Человеку такое не под силу.

Зато электронный прибор, настроенный на «обеденный» зубец электрокардиограммы, безошибочно уловил сигнал сердца: «иду на расслабление». И тут же включил шприц с лекарством. Растворитель целиком ушел в разверстые уста венечных артерий.

Так сердцу пришел на выручку разум. И силой своей отвел от него смерть.



## ОГОНЬ С НЕБА

Великое дело — точка зрения. Иной раз она нужнее точки опоры. Особенно для исследователя, решившего сказать свое, незаемное слово. Ведь исследовать — значит видеть то, что видели все, и думать так, как не думал никто. Тут свежий взгляд на вещи, пожалуй, дороже самой совершенной аппаратуры. Во всяком случае, мир не раз уж был перевернут без архимедова рычага — силой человеческого ума. И перевернутый — не странно ли? — казался нам куда разумнее привычного.

А переворотами последнее время особенно славится биология. Здесь что ни шаг — прорыв в неизвестное. Видно,

динамизм, стремительный бег жизни захватил ныне и саму науку о жизни. Еще вчера, полная загадок и домыслов, она проникла в молекулярную гущу клетки и, раскрыв ее живую механику, наполнила древнее слово «жизнь» новым, осязаемым смыслом.

Разрушив клетку, биохимик добрался наконец к ее тончайшим деталям, дал микроскописту первый набросок этой живой машины.

Да, именно машины: комочек плоти, таинственно мерцавший в окуляре микроскопа, оказался отлично сконструированным автоматом. Разбитый вдребезги, расщепленный до молекул, он словно ожил, впервые предстал перед мысленным взором исследователя не грудой обломков, а целой системой на редкость слаженных механизмов.

Тут все в движении, в неустанном, ни на секунду не замирающем труде. Дробится ли клетка надвое, заготавливает ли впрок добротный белок, странствует ли по всему организму в поисках себе подобных, чтобы войти с ними в содружество, построить прочную ткань,— всегда и всюду ее молекулярные механизмы работают четко, ритмично, с полной нагрузкой и, главное, в невероятно сложных условиях.

Ведь клетка, как любая машина, нуждается в постоянном притоке энергии, ее сверхтонкие детали и с места не сдвинутся без положенных калорий. А где добыть их?

Инженер поступает просто — сжигает уголь, бензин, пользуется силой воды, ветра, наконец, расщепленного атома. Клетка таких источников не знает, да и были бы у нее, скажем, свой бензин или антрацит, сжечь их она все равно не смогла бы: сгорела бы вместе с горючим. Вот и приходится ей добывать пропитание в жестких, раз навсегда заданных условиях: при обычной температуре и низком давлении. К тому же клеточное нутро водянисто, в такой сырости, кажется, искры не высечь... Но клетка и в этой студенистой жиже умудряется добывать калории.

Словно факир сжигает она свой завтрак в воде. И усваивает больше половины высвободившейся энергии. А это уже чудо техническое: лучший двигатель внутреннего сгорания не может использовать по назначению и половины сожженного топлива. Так что живая клетка и здесь пока удерживает рекорд: это действительно самая совершенная машина в мире.

И все-таки у нее есть один очень крупный изъян: она не

умеет сама синтезировать горячее, живет на готовом, попросту говоря, паразитирует на великом трудолюбие — зеленом листе.

Это он, уловив на лету солнечный луч, запасает, консервирует энергию, чтобы потом снабдить ею все живущее на земле. Как Прометей, крадет он у неба огонь, чтобы согреть, оживить им землю. Хрупкое, нежное создание, а какая могучая власть дана ему от роду!

Без энергии замрет сердце, угаснет на полпути нервный импульс, сама мысль не родится в человеческом мозге: ведь нейроны, лишенные заряда, не только думать — существовать не могут. Да и любая клетка, весь ее белковый завод, каждое движение целиком зависит от быстрой, бесперебойной доставки топлива к рабочим механизмам.

Жизнь — это солнечный луч, чудом превращенный в живую, теплую плоть. И хоть путь его долог, лежит через тысячи превратностей и метаморфоз, энергия исправно доходит до мельчайших деталей клетки, ко всем ее молекулярным конвейерам. И запускает их на полную мощь.

## **Три кита живой энергетики**

Живая клетка — величайший эконо́м: она-то знает цену калориям и без нужды не потратит даже кванта энергии. Если б люди знали, как бережливо, по крупницам собирает она эти драгоценные кванты, как труден, многоступенчат процесс накопления энергии!

Никогда клетка не истощает энергетические ресурсы по собственному почину, наоборот: рачительная хозяйка, она стремится извлечь из продуктов побольше пользы, запастись энергией впрок. И надо признать, достигла здесь немалых успехов.

Я не стану подробно рассказывать вам о хозяйственных хлопотах клетки, они слишком долги и кропотливы. Но секрет ее энергетических сбережений раскрою, уж очень умело она пользуется накопленным богатством.

Клетка не ждет. Мгновенно, по первому требованию получает она запрошенные калории. И тут же пускает их в дело: энергия каскадом низвергается на ее молекулярные механизмы. Все это происходит так быстро, словно в недрах

живой машины упрятан еще и аккумулятор или бачок с горючим.

А там всего-навсего молекула. Но какая! Подвижная, полная энергии, готовая щедро наделить ею всех встречаемых — словом, чудо-молекула. В ней три атома фосфора, до отказа заряженные электричеством. На этих атомах, как на трех китах, покоится вся энергетика клетки. Связанные воедино в молекуле аденозинтрифосфорной кислоты, они служат тем аккумулятором, что готов в любую секунду отдать накопленный заряд.

Таких заряженных молекул в клетке великое множество. Вместе они и составляют энергетический запас, которым она покрывает расходы по отоплению, путешествиям, выпуску белка — по всем статьям своего обширного хозяйства. И как бы клетка ни тратилась, ее запасники в конце концов пополнятся новыми калориями: отдав энергию, молекула-аккумулятор тут же перезаряжается, копит запал для очередного взрыва.

Клетка просигналила — и снова поток энергии устремляется к ее конвейерам, ферментам, мигом сокращает мышцу, гонит по нерву импульс...

Неисчерпаем, кажется, кладезь живой энергии. Но нет, и чудо-молекулам нужно где-то добывать ее, искать постоянный источник для перезарядки. Ведь они — всего лишь разменная монета, мелочь, которую организм пускает на текущие расходы. Без этих расторопных молекул он, конечно, не смог бы так тонко управлять своими микроскопическими деталями, доставлять энергию в нужное место и всегда к сроку.

Однако кто снабжает всю громаду клеток, где организм держит основной энергетический капитал и, наконец, как его разменивает?

Говорят, природа проста. Надо бы добавить: и чертовски изобретательна. Клетки-труженицы все до единой живут на централизованном снабжении. Горючее течет к ним непрерывным потоком. Именно течет: главный поставщик энергии здесь обыкновенный сахар — глюкоза. И приносит ее кровь. Вот вам и весь капитал.

Но не спешите: чтобы расщепить горючее, извлечь из него энергию, клетка должна здорово поработать. Целый набор ферментов трудится около ее топок, окисляя, дотла сжи-

гая добытую глюкозу. От сахара остается один шлак да несколько заряженных чудо-молекул.

Клетка прямо горит на работе. Горит и не сгорает: слишком холоден пламень в ее топках, слишком медленно сжигают они это жидкое топливо. И в том большой смысл: постепенно распадаясь, глюкоза отдает свои калории не сразу, а дробными порциями. Клетка успевает подхватить их и законсервировать в новых чудо-молекулах. Так идет непрерывная перезарядка ее аккумуляторов.

Все эти процессы настолько отработаны, пригнаны друг к другу, что даже самая трудовая — мышечная клетка может некоторое время работать в долг. И еще как работать!

Когда хромой лорд Байрон плыл бурной ночью через Геллеспонт, он вряд ли подозревал, какую сложную, истинно двойную бухгалтерию вела его атлетическая мускулатура. Ведь за весь этот адский мышечный труд нужно было тут же расплачиваться энергией, а запас ее не так уж велик. В самих мускулах горючего на несколько секунд такой работы. Большой склад топлива в печени, здесь прямо-таки сахарные горы, но ведь их еще надо пережечь, разменять этот неподвижный капитал на ходовую энергетическую монету. Чем же мышцы пловца расплачивались за его подвиг?

Жгли, разумеется, запасы глюкозы. Мобилизованная во всех частях тела, она пылала в мышечной топке.

Но кислород! Где запастись им на такой костер? Ведь легкие не надувной мяч. Рассчитанные на мерный ход жизни, они поставляют кислород в обрез, на самое неспешное сжигание топлива.

Выходит, горючего рядом с клетками хоть отбавляй, да воздуха маловато, нечем дышать. А пловец все-таки борется с волной, пылает в его мышцах глюкоза, наперекор всему пылает. Мускульные топки работают на полную мощь. Загруженные доверху, они бесперебойно снабжают атлета энергией.

Непостижимая бухгалтерия: расход горючего все время больше прихода, а баланс, общий итог, сходится копейка в копейку. Как тут природа сводит концы с концами? Ведь не станет же она нарушать собственные законы!

Верно: не станет. Но в том-то и дело, что у нее есть другие возможности. С первой минуты заплыва мускулатура пловца перешла на двойной счет: энергией за каждый взмах он расплачивался сразу, а глюкозу жег в долг без



кислорода. Не всю, конечно, а ту, что осталась без кислородного пайка. И чем тренированнее мышцы пловца, выносливее сердце, тем дольше терпят они нарастающее удушье.

Но вот он на берегу, и организм тут же предъявляет ему счет: долги, особенно кислородные, нужно оплачивать сполна. Сердце и легкие принимают всю тяжесть на себя, они по-прежнему работают с огромной отдачей. А мышцы, хоть уже на покое, тоже не гасят топки: здесь в пламени кислорода догорают обломки глюкозы — шлак, засоряющий молекулярные механизмы мускула.

И вот что интересно: догорая, этот утиль дает энергию для постройки новых молекул глюкозы. Организм использует горячее, можно сказать, на все сто процентов! Погасшая кислородную задолженность, он жжет в своих топках настоящий мусор и при этом умудряется извлечь калории, снова наращивает энергетический потенциал.

Вот это и есть экономика жизни. Тут до последнего атома, электрона, какого-нибудь неуловимого нейтрино — все взято на учет, работает в согласии с остальными деталями этой поразительно рентабельной машины.

Неспроста, надо думать, клетка навела в своих владениях столь строгий порядок. Без него она не только двинуться — вздохнуть не смогла бы. Дыхание жизни — метафора, за которой скрыты очень сложные отношения каждой капельки живой плоти с кислородом. Управляют ими самые непоседливые из всех жителей клетки — ферменты.

Эти беспокойные молекулы служат здесь чем-то вроде местной администрации, вмешиваются решительно во все внутриклеточные события. Идет ли синтез белка, защищает ли клетка от вируса, прибыл ли в нее какой-нибудь желанный гость, скажем, витамин или гормон — им до всего есть дело. Ни одна реакция, ни одна молекула не обойдется без их посредничества. И, уж конечно, ферменты — самые активные участники топливных заготовок клетки. На их плечах, можно сказать, держится вся ее энергетика.

Таким доверием у природы пользуются лишь известные трудолюбивые. Нет ничего удивительного, что ферменты-истопники, как и все молекулярное население клетки, работают на редкость дружно.

Без суеты, не путаясь в чужих реакциях, они занимают

отведенное место и, словно по конвейеру, пускают первую молекулу горючего, за ней следует другая, третья, десятая... А в это время рядом, на другой конвейерной линии идет обработка кислорода, где-то невдалеке ферменты окружили чудо-молекулу, видно, складывают в нее энергию, отнятую у глюкозы.

Тысячи конвейеров работают в каждой клетке, десятки тысяч ферментов посредничают здесь между разными молекулами. То рвут их на части, то вновь собирают обломки, тут же строят разные кислоты, соли... Так постоянно, изо дня в день, крутится эта молекулярная мельница, перемалывая сахар на калории, выбрасывая в отход воду и углекислоту.

Предельно закончен, словно рукой великого мастера отшлифован энергетический цикл жизни. И на редкость загадочен. Ведь сколь бы ни была клетка богата ферментами, чудо-молекулами, какой бы силы заряд они ни несли, трудно понять, как все это доходит до ее рабочих деталей, каким образом поток энергии приводит в движение живую машину, управляет самой жизнью. Почему, скажем, заряженная молекула, распадаясь, теряя всего один атом, вдруг электризует нерв, гонит по нему импульс? И как мышца, приняв нервный сигнал, умудряется столь быстро, прямо по мановению ока выполнить приказ? Я ловлю себя на мысли, что «мановение ока» и есть тот не редкий случай, когда мускул должен мгновенно, в доли секунды мобилизовать все ресурсы.

Ферменты, хоть и расторопны, такую скорость развить не в силах. Тут, видно, действуют другие, сверхскоростные переносчики энергии.

## **Электронная одиссея**

Транспортные проблемы не только у больших городов. Когда в недрах клетки, как нефть из скважины, бьет энергия, около ферментных конвейеров скапливаются целые флотилии чудо-молекул. Нагрузившись калориями, эти «танкеры» везут их во все концы клетки.

Поспешая к ее цехам, рабочим механизмам, чудо-моле-

кулы несутся на всех парах. Но самих себя, конечно, обогнать не могут. И хоть на клеточных магистралях ни заторов, ни пробок, доставить драгоценный груз к сроку здесь также нелегко. Особенно в часы «пик», когда энергия бурным потоком устремляется к запущенным на полный ход мышечным или нервным клеткам.

Натруженные, жаждущие передышки, они алчут калорий, требуют их без промедления. Тут энергию только успевай подвозить — задержка даже на сотую долю секунды может вывести из строя белковый завод клетки, остановить мышцу, снизить накал в сети мозговых нейронов.

А «танкеры», груженные калориями, все еще где-то в пути. Как быть? Не срывать же выпуск белка, не гасить же блоки вычислительной машины мозга из-за транспортных неурядиц!

Клетка нашла блестящее решение задачи: она перевела ее с молекулярного на электронный уровень. Ни секунды простоя не знают ее рабочие механизмы, энергия прибывает к ним без перебоев и кратчайшим путем. В минуты высокого напряжения ее мигом доставляют электроны. Подвижные, легковозбудимые, они не плывут — летают по клетке со сверхзвуковой скоростью. И, разогнавшись, с ходу сбрасывают на ее маховики весь свой заряд, вращают валы живой машины.

Впрочем, это не совсем так: никаких валов и маховиков в клетке отродясь не бывало; в том-то и фокус, что химическая энергия, запасенная чудо-молекулами, здесь сразу и почти вся переходит в движение.

Капелька жизни не растрчивает свои калории на подогрев котлов, трение и прочие непроизводительные расходы, она владеет самой совершенной энергетической техникой. Так что напрасно я искал для нее сравнения в паровике и двигателе внутреннего сгорания. Тут, пожалуй, больше подошел бы атомный реактор. С той лишь разницей, что физики еще не управляют ядерными реакциями, а клетка эту проблему решила давно и весьма успешно.

Разумеется, она исходила из собственных микроскопических потребностей, но атом — везде атом, извлечь из него энергию да еще направить ее без потерь к рабочим механизмам — дело не из простых.

Как клетка справляется с ним? Ведь надо думать, квантовая механика ей мало знакома.

Зато нам, дорогой читатель, придется ступить в это зыбкое море волновой физики. Без нее нынче немислимо постичь жизнь, понять смысл, труд, назначение той на диво слаженной машины, что именуется живой клеткой.

Итак, знакомьтесь: квантовая биология — наука об электронном уровне жизни. Молодая, смелая, подчас парадоксальная, она с бою завоевывает признание, переводит мысль биолога в совершенно новое измерение — в странный, изменчивый мир волновой физики.

Мир этот, словно царство теней, полон призраков и неожиданностей. Молекулу здесь сразу не узнаешь: она потеряла очертания, походит не на елку, увешанную атомами, а, скорее, на бесформенное облако. Да и атом тут вроде существа, фигуры не имеющего. Куда только девалось его твердокаменное ядро?

Говорят, скрыто в облаке электронов, что носятся вокруг с космической быстротой. У каждого ядра — «спутник», а то и несколько, и все заряжены, каждый летает по собственной орбите. Но порой склонен перескакивать на чужую, особенно если она ниже его собственной.

В плотном облаке электронов плывет к цели и чудо-молекула. Ее атомы, насыщенные энергией, электричеством, не дают покоя ферментам. Оторвав крайний, ферменты-посредники быстро передают его с рук на руки. Заряженный атом мигом проскакивает по цепи переносчиков. Как грозовая туча, налетает он на молекулу мышечного белка. Вот они столкнулись...

Удар! Электроны молнией перескакивают с атома на белок. Ливень энергии обрушился на мышцу. А электронное облако уже проплыло: его подхватили, влекут на перезарядку другие переносчики.

На сей раз они спешат доставить истощенную, отработанную молекулу к активному, так сказать, заправочному центру. Здесь она присоединит потерянный атом, наберет энергии и, опять став чудо-молекулой, пустится в путь.

Однако что с электронами, где странствуют сейчас эти заблудшие спутники атомного ядра?

Несутся с огромной скоростью по молекуле мышечного белка. Соскочив на полном ходу с орбиты, свободные электроны почти без потерь передали новой хозяйке весь запас энергии. Та охотно приняла столь ценный дар и открыла гостям «зеленую улицу».

Стремглав, словно аварийные машины, проскакивают электроны вдоль молекулы: они мчатся здесь по особой полосе повышенной проводимости. В этой зоне, как на средней черте Большого Арбата, можно развить бешеную скорость, не встречая никаких препятствий. Здесь все предусмотрено для электронной доставки энергии к сократительным механизмам мышц.

Полоса сверхпроводимости — главная энергетическая магистраль белковой молекулы. Только в отличие от арбатской она не прямая: молекула белка скручена в тугую спираль. Виток к витку намотана цепочка ее аминокислот. Так плотно прилегают они друг к другу, что местами входят в контакт: здесь и перекидываются межатомные мостики, по которым проскакивает блуждающий электрон. Перемычки между аминокислотами он использует как самый короткий и легкий путь к цели: электричество ведь всегда идет по линии наименьшего сопротивления. Так и тут — в клетке, доверху заполненной белковыми молекулами. Не зря же ее иногда сравнивают с кристаллом, порой даже называют полупроводником.

По этой кристаллической дорожке электрон выходит к финишу. Рывок — и он на новой орбите, вносит свой квант в энергетику мускульной, нервной, любой другой клетки.

Вот пока и все, кончились странствия электрона — в белках, мышцах да, пожалуй, и во всей биологии; других новостей о нем пока нет.

## Что дальше?

Идеям предсказывать судьбу, пожалуй, труднее, чем людям. Уж очень причудлив бывает их путь в науке, неожидан финал. Великие алгебраисты, современники Дидро и Свифта, шутя, забавляясь костяшками домино, придумали на досуге теорию вероятностей, видно, кроме азарта, хотели внести в игру математическую ясность. На том затея и кончилась, а спустя полтора столетия физики с блеском использовали все «игральные» теоремы алгебраистов в решении важнейших задач теории газов и растворов.

Поди после этого гадай, прорицай будущее какому-нибудь невероятному замыслу: бесплоден он или принесет урожай сам-сто. Иные идеи только для того и зреют, чтобы

в срок быть опровергнутыми, уступить место новым, еще более невероятным.

Так и в биологии. Здесь еще и к молекулам не все привыкли, и вот уже появилась квантовая механика клетки. Электрон, можно сказать, проник сюда неожиданным гостем. Да что делать: наука всегда в пути. Пока иные раздумывают, признать ли молекулярный уровень жизни, возник электронный. И как бы ни был он нов и загадочен, появление его, в общем-то, было предрешиено: клетка все чаще задает вопросы, что не по силам даже самым проницательным биохимикам века. Ведь и у них есть предел, черта, за которую не проникает ни глаз, ни мысль исследователя.

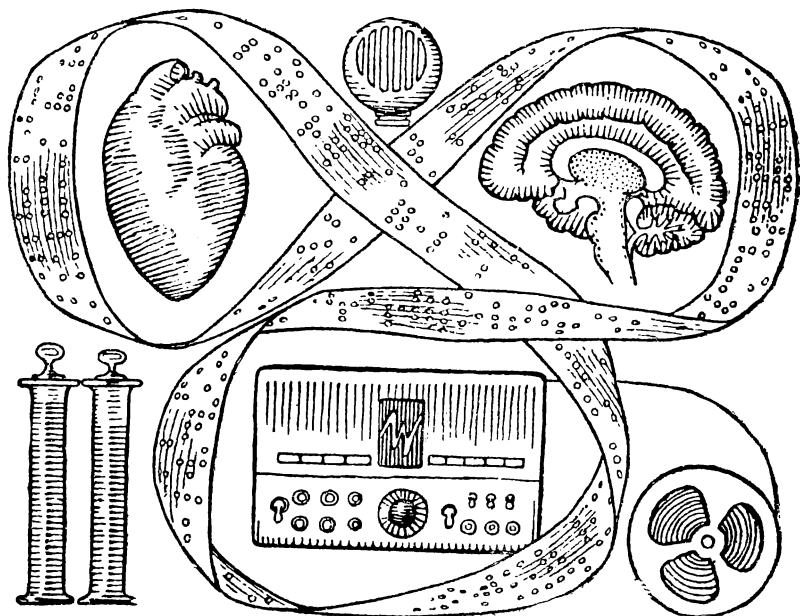
Тут нет ничего удивительного и тем более обидного: биохимия выходит на новый рубеж. Дитя прошлого века, она и сегодня пользуется его языком — условным языком букв, черточек, всех этих иероглифов классической химии, которыми можно записать сложнейшую формулу, реакцию, но нельзя объяснить даже движение амебы, понять сокращение комариного мускула — уловить механику живой жизни.

Биохимик вправе гордиться успехами. Проникнув в неизвестный мир белков, он открыл их строение, можно сказать, по косточке пересчитал каждую молекулу, определил состав многих гормонов, ферментов, а некоторые воссоздал, заново синтезировал в пробирке.

Кто спорит: биохимия — лидер науки о живом. Но идет он не без поражений.

Каким образом чудо-молекула перебрасывает энергию на рабочие рычаги мышцы? Как она заряжается вновь? Почему несколько квантов света, поглощенные в глазу какой-нибудь сотней молекул родопсина, проецируют на экран мозга многокрасочную картину?

Молчит биохимик. Не разомкнул пока уста и биофизик. Клетка приоткрыла им дверь в белковую кухню, но хранит еще много важных секретов. И потому исследователь охотно расскажет вам о гроздьях атомов в молекуле какого-нибудь гормона, нарисует их связи и даже назовет углы между связями, но главный вопрос — как атомы работают, общаются? — оставит без ответа. На молекулярном уровне биолог постиг лишь общую конструкцию живой машины — понять ее в движении, взаимодействии всех деталей ему пока не дано. Тут клетка еще ждет своего Менделеева, своего Эйнштейна.



## РАСКОВАННАЯ МЫСЛЬ

*Мысль! великое слово! Что же и составляет  
величие человека, как не мысль?*

А. Пушкин

И напоследок я хочу рассказать вам о союзе молодой, юношески стремительной науки с многоопытной медициной, о необычном сплаве смелых, всесокрушающих идей и тысячелетней мудрости.

Речь о биокibernетике.

Из всех кибернетических систем она изучает сложнейшую — живой организм. Управлять им, возвращать пораженный ход жизни к норме — что может быть заманчивее и труднее?

# Алгебра сердца

Врачебное искусство сродни шахматам. Никогда не знаешь, какой ход сделает болезнь, а отвечать надо быстро и по возможности без ошибок: здесь они порой непоправимы. Оттого, верно, профессорский обход клиники всякий раз чем-то напоминал мне сеанс одновременной игры, когда против мастера у каждой доски новый противник и неожиданная позиция... А наш профессор был в своем деле гроссмейстер. Он шествовал от постели к постели и на глазах восхищенных учеников вершил великое таинство диагностики.

Нет, нет, он не священнодействовал, не напускал никакой магии, все было куда проще и загадочней, — он творил. И бег его мысли, петлистый и переменчивый, был неповторим.

Я вспомнил о моем непогрешимом шефе в тот миг, когда счетно-решающая машина «Урал-2» без заминки выбросила из своих электронных недр точный диагноз довольно сложного врожденного порока сердца. Меньше минуты понадобилось этому молчаливому работяге, чтобы перебрать и сопоставить сотни симптомов, записанных в его бездонной памяти, оценить их диагностический вес и принять верное решение. И всю эту работу машина проделала с истинно виртуозной легкостью понаторевшего в своем деле мастера.

Электронный диагност и впрямь прошел обстоятельную выучку. Совсем недавно он появился в клинике Института хирургии, и вот уже дает советы, солидные хирурги внимают его слову. Консультант! А ведь как был далек от медицины в тот день, когда я впервые увидел его здесь.

В ту начальную пору «Урал-2» мог кого угодно поразить молниеносными подсчетами, сложнейшими вычислительными операциями, но в делах врачебных это был, как говорится, полный профан. Чтобы стать опытным консультантом, ему предстояло разобраться во множестве пестрых и разноречивых фактов, установить между ними логические связи, запомнить их и, наконец, научиться быстро принимать самостоятельные решения. Хирургам нужна не только его необъятная память, но и практический совет — мгновен-



ный и безошибочный. Словом, наше будущее «медицинское светило» должно было одолеть солидный курс наук — процесс, именуемый в просторечии кибернетиков программированием.

Все знания электронного диагноста, весь его исходный опыт поначалу зависели от хорошо продуманной и тщательно выверенной программы. Вложенная в мозг машины, она стала бы путеводной нитью в лабиринте болезней и симптомов.

Программу для «Урала-2» составляют люди; задатки задатками, а начальная школа необходима даже выдающимся математикам. И что бы там ни сулили фантасты, самая совершенная вычислительная машина на первых порах очень нуждается в дружеской поддержке человека — ее творца и учителя.

Однако обучить «сверхумную» машину логике врачебного мышления несколько труднее, чем среднего студента. Прежде всего ей непонятен наш язык, она — математик и, стало быть, изъясняться с ней можно лишь цифрами, на худой конец, графиками, но никак не словами. И потому все диагностические признаки пришлось вводить в нее особым кодом, пробитым на специальной ленте или карточке. Но раньше, чем вводить, их следовало установить, и не приблизительно, на глазок, а в самом достоверном виде. Ведь не было решительно никакого смысла засорять замечательную электронную память заведомо ложными сведениями. Только точные, наиточнейшие могли лечь в основу ее медицинского образования.

Пришлось их добывать.

Это была довольно сложная задача, ибо как только медицину стали поверять алгеброй, сразу же выяснилось, что много признаков не соответствует придаваемому им значению, попросту говоря, они дутые величины.

Зато некоторые вспомогательные симптомы вдруг обрели первостепенную роль: придирчивый анализ показал, что именно по ним надлежит определять болезнь.

Математика на каждом шагу бесцеремонно вторгалась в святая святых врачебной профессии — в тончайший, интуитивный, чуть ли не подсознательный процесс оценки и сопоставления симптомов. И, вторгшись, внесла в него очень существенные поправки.

Дело приняло неожиданный оборот. Вместо того чтобы

учить электронного диагноста, врачи сами засели за медицинские справочники и старые истории болезней. Из великого множества противоречивых фактов им предстояло отобрать лишь те, что были истинными, весомыми уликами сердечного недуга.

Я не стану рассказывать, как проходила эта своеобразная переоценка клинических симптомов, освященных веками врачебной практики, скажу только, что «Урал-2» готовился стать специалистом по пятидесяти врожденным порокам, и, значит, вся работа — от начала до конца — была проделана столько же раз. А шла она с самого начала совсем не гладко.

Если говорить начистоту, врачи и математики довольно долго вовсе не понимали друг друга, уж очень не схожи их исследовательские приемы. Достигнуть согласия казалось одно время настолько трудно, что кто-то даже предложил обучить математика медицине или послать врача на математический факультет. Возможно, когда-нибудь так и будет, но в лаборатории кибернетики избрали путь короче: взаимное обучение и честное сотрудничество.

Повидав этих дельных, устремленных к одной цели людей, я понял, что даже в очерке не смогу разъять их труд на части, чтобы каждому поименно воздать должное. Да и нужно ли это? Ведь руководитель лаборатории профессор Михаил Лазаревич Быховский и талантливый хирург Александр Семенович Харнас, как и все их коллеги, — единомышленники, дело у них общее. Так пусть же оно говорит само за себя.

...Чтобы понять поэта, нужно войти в его стихию. У науки своя поэзия, и к ней это правило вполне приложимо. Я попробую ввести вас, читатель, в мир поэтов, что творят на неподкупном языке чисел, мыслят логарифмами и, как истинные художники, знают цену крупнице подлинной мудрости.

Мои поэты занимались главным образом прозой — сухой, протокольной прозой, которой пишутся истории болезней. Год за годом, пласт за пластом поднимали они эту архивную целину, отбирая из множества врачебных наблю-

дений только те, что наверняка определяют болезнь. То была действительно тонна словесной руды, давшая лишь несколько золотников уверенного знания. Ибо абсолютных, стопроцентных симптомов, так сказать, вечных спутников врожденных пороков нашлось очень мало, а все расплывчатые, маловероятные были отброшены.

Отсев оказался велик, но принцип «частого решета» дал хороший результат. Двести признаков, в разных сочетаниях сопутствующие пятидесяти врожденным порокам сердца, имели теперь вполне определенное диагностическое значение. Собранные по группам, в строгом соответствии со «своими» болезнями, они были занесены в специальную таблицу. Математики перевели ее на язык машины, пробив в перфоленте сотни отверстий.

Эта запись — своего рода начальная школа «Урала-2». Прочитав ее в несколько секунд и прочно запомнив, он тут же приступает к исполнению служебных обязанностей.

Поручения врачей пока немудрены, но электронный диагност с каждым днем завоевывает в клинике все большее доверие. Когда я стоял, прислонясь к его широкой и теплой от тысяч ламп спине, он решал очередную задачу.

Математик Алла Курочкина, набрав кнопками симптомы, обнаруженные у больного Коли С., нажала «Пуск». И тотчас на пульте замигали ряды сигнальных огоньков — это начался стремительный поиск. Машина молниеносно перебирала признаки, группами записанные в ее памяти. Огоньки набегали на ее электронное чело, словно морщины, — след огромной работы, происходившей сейчас в недрах диагноста. За доли минуты он просмотрел все пятьдесят болезней, точнее, пятьдесят фиксированных симптомокомплексов и сравнил их с каждым вновь введенным признаком.

Все врожденные пороки, невозможные при наборе признаков больного С., машина как бы вычеркнула из списка.

Мигнув последний раз, лампочки погасли, светилось лишь одно число — 38. То был кодированный диагноз. Расшифровка его заняла еще полминуты; в таблице под этим номером стояло: «Сужение аорты».

Все оказалось верным.

Можно было поражаться, нужно было восхищаться, но я решил, что более уместен скептицизм. И произнес классическое: «Ну и что? Кому это нужно?»

Меня поняли, не обиделись, и начался обмен мнениями. Это самое «ну и что?» здесь слышали уже не раз. Мол, кому нужна такая техника, если любой врач, дай ему столь четкие симптомы, поставит безошибочный диагноз.

Поставит ли?

Мне рассказали поучительную историю. Она опубликована в первом номере «Американ джорнел рентген» за 1959 год и, несмотря на специальный характер, обилие таблиц и диаграмм, наводит на некие философские размышления.

Британское королевское общество медиков решило проверить точность врачебной диагностики одного из самых распространенных недугов нашего времени — инфаркта сердечной мышцы. Почтенное общество не захотело изучать опыт рядовых врачей, там статистика наверняка наводит ужас. Отобрали 1000 больных, лечившихся у восьми лучших английских кардиологов. 214 из них умерли с вышеуказанным диагнозом, а на вскрытии выяснилось, что инфаркт был только у 118, попросту говоря, болезнь была распознана примерно лишь в половине случаев. Но этим 118 сравнительно «повезло», ведь остальных поразили какие-то другие недуги, а их упорно лечили от инфаркта. Вот так умереть обидно. И еще хуже, когда поражение сердечной мышцы ошибочно признавали совсем иной болезнью и назначали заведомо неверную терапию. Таких случаев на вскрытии обнаружилось 52.

Надо думать, английские кардиологи, да еще лучшие из них, отлично знают свое дело. К тому же они пользуются совершенными методами обследования. И все же — общество это точно подсчитало — ставят правильный диагноз лишь у 55 сердечных больных из 100. Что же их подводит?

Рассеянность? Усталость? Раздражение?

Кого что, но всех вместе — несовершенство человеческой памяти. Какой бы ни была она цепкой, ей не удержать и десятой, сотой доли того великого разнообразия фактов, наблюдений, полутонов и микросимптомов, что именуется современной клинической медициной.

Эта печальная дисгармония между неограниченными творческими возможностями и весьма скромным даром запоминания — одна из самых больших и, к сожалению, пока непоправимых погрешностей в тонкой механике мозга. Последнее время она доставляет много забот статистику, экономисту, библиографу — всем, кто имеет дело с нараста-

ющим потоком информации. Но, пожалуй, никому не приносит таких горьких минут и мрачных переживаний, как врачу. Ведь ошибается он не оттого, что лишен способности логично мыслить, а по причинам до обидного простым: за-памятовал какую-нибудь редкую болезнь, упустил из виду ценный признак, потому что вовремя не вспомнил о нем, не стал искать или забыл давешний подобный же случай из собственной практики, словом, провал памяти — и тут же тяжелый промах.

Спору нет, ошибка в фальшь не ставится, но ни доктору, ни больному от этого еще ни разу не полегчало. И хоть существует давнее убеждение, что врачебные ошибки неизбежны, они всякий раз оставляют на сердце глубокие следы. А в грудной хирургии, где нет легких операций и даже малые огрехи смертельны, неспособность врача предвидеть ход событий, как правило, трагична. И не только для больного, ибо сказано: хирург, оперирующий на сердце, как бы оперирует свое сердце.

Верный диагноз тут жизни подобен, но установить его порой не удастся до вскрытия сердечных камер. Даже на операционном, скажу больше — на секционном столе, после смерти больного, врожденный порок иной раз остается нераспознанным.

Виновные? Их здесь нет: самое тонкое инструментальное обследование не всегда увенчается диагнозом, если добрая половина признаков лежит за порогом зрения и слуха врача.

Есть, разумеется, в любой клинике сверхчуткие электро-регистрирующие приборы, способные уловить едва слышимый звук, засечь чуть заметное отклонение биопотенциала, но оценить их показания должен все тот же врач. И снова, пускай в меньшей степени, сказывается несовершенство его глаз, ушей, памяти.

Из пяти специалистов четыре расшифровывают электрокардиограмму почти одинаково, но пятый обязательно заявит что-нибудь свое. И это в оценке совершенно четкой кривой — электрического графика сердца. Что уж говорить о разногласиях и сомнениях при постановке диагноза?

Ох эти сомнения, скольким они стоили жизни! Не зря на иных могильных плитах древнего Рима до сих пор еще не стерлась надпись: «Он умер от замешательства врачей».

Нынче так просто погибнуть, конечно, не дадут, но диагностика, выбор правильного лечения по-прежнему занимают уйму времени. А ведь известно: кто быстро распознает — успешно лечит.

Так, в середине двадцатого века возник новый медицинский парадокс: чем дольше и тщательнее собирает врач признаки, тем труднее ему разобраться в них, принять окончательное решение.

Чем же тут может помочь доктору электронно-вычислительная машина?

Прежде всего опытом — огромным и непрерывно растущим. Ценность электронного диагноста измеряется накопленными знаниями, и в этом смысле он не отличается от любого работника. Но когда речь заходит о самом главном — объеме памяти, преимущество «Урала-2» бесспорно: на перфоленте можно записать и один за другим ввести в машину признаки 14 тысяч болезней, каждая с двумя сотнями симптомов.

То будет действительно энциклопедически образованный диагност. И весьма расторопный. Машина мобилизует свои знания почти мгновенно, ее запоминающее устройство срабатывает в секундные сроки.

Вот эти-то два неоценимые достоинства сулят ей в медицине блестящую будущность.

Но дело не только в эрудиции и секундах; диагност по самой электронной природе своей беспристрастен в оценке симптомов, он никогда не устанет, не поддастся настроению, личной склонности или предубеждению — словом, хоть и бездушный, от консерватизма он застрахован. Его емкая память, постоянно обновляясь лучшими образцами диагностики, как бы вберет экстракт новейшего опыта клиник. И что дороже всего, «Урал-2» не упорствует в ошибках: ни один ложный признак, ни одна неверная логическая связь не остаются в его запоминающем устройстве. Простым нажатием кнопки программисты как бы стирают их с памяти диагноста.

Это занятие чем-то напоминает студенческую практику с той лишь разницей, что электронная машина сама стала кое-чему учить своих учителей. Ведь работает она по программе, составленной врачами и математиками, значит, каждая ее ошибка — пробел в их опыте. Диагност вносит в него поправки.

Так способный ученик иногда подмечает просчеты наставника.

Что ж, если программирование уже сегодня незаметно перешло во взаимное обучение, надо думать, «Урал-2» и впредь не оскудеет дельными советами, будет усваивать и попутно оттачивать врачебную логику.

Я полагаю, коллеги не сочтут этот благородный труд чем-то предосудительным или обидным: человеку не было никакого резона вкладывать свой гений в машину, которая оказалась бы глупее его. К тому же электронный диагност не претендует на кафедру, скромный работяга, он не оттеснит врача от больного.

Ибо думающий, опытный врач незаменим; со времен Гомера и поныне он «драгоценнее многих других человек», не говоря о машинах. И это от него в первую очередь зависит, обретет ли «Урал-2» славу непогрешимого клинициста или останется идиотом с выдающимися счетными способностями.

Так что решающее слово остается за человеком.

Решающее, но не завершающее: образованию электронно-вычислительной машины нет предела. Нынче она проходит вторую, еще более близкую к врачебной, — вероятностную логику. Вслед за доктором машина учится распознавать болезнь по горсти незначительных признаков, что сами по себе не очень достоверны, но, собранные вместе, как бы приумножают свою диагностическую силу.

Таких симптомов обычно куда больше, чем абсолютных, это они занимают все мысли врача, когда он перебирает, взвешивает, итожит свои наблюдения. Но доктор часто вынужден полагаться только на собственный опыт да интуицию, а электронный диагност с математической точностью учтет удельный вес самых ничтожных признаков и, оценив их, выдаст наиболее вероятный диагноз.

Такова идея. Теперь она близка к осуществлению: «Урал-2» на глазах становится совершенным инструментом безошибочной диагностики. Я не хочу преувеличивать, но, кажется, именно здесь электронная машина впервые проникнет в самую сокровенную сферу врачебного искусства и с беспощадной, истинно железной логикой разложит его на составные части. Тогда все загадочное, от века темное, вро-

де клинического нюха, интуиции, сверхчутья обретет наконец вполне определенный смысл, а медицина вплотную приблизится к точным наукам.

Но пока электронный диагност готовится к подобному подвигу, программисты почти ежедневно учиняют ему строгий экзамен. Билетами тут служат перфокарты, в них закодированы признаки излеченных больных с заведомо известными пороками.

«Урал-2» должен поставить диагноз.

На этом перекрестном допросе машина иногда ошибается, тут же поправляет себя, быстро обнаруживает довольно мелкие огрехи в таблице вероятностей, словом, раз от разу «умнеет», становится дельным советчиком врача.

А иногда вступает с ним в спор. Ведь у нее теперь две логики: одна, отсеяв все, что не может быть, предлагает на выбор два-три диагноза, другая, более тонкая, определяет вероятность каждого из отобранных пороков.

Электронный консультант стажирует в клинике изо дня в день. И нередко уже сейчас споры и сомнения заканчиваются в его пользу. Недавно он удивил врачей категоричностью заключения в одном довольно сложном случае, когда недуг оставался нераспознанным до вскрытия сердца. Хирурги применили все доступные методы исследования, однако пришли к двум возможным вариантам: незаращение боталлова протока или свищ между аортой и легочной артерией. Диагност заявил твердо: 95 шансов из 100 — незаращение боталлова протока.

На операционном столе был обнаружен именно этот порок.

Случай не стал уникальным. Более тысячи больных прошли уже консультацию электронного диагноста. Промахнулся он в каждой сотне случаев всего семь-восемь раз. О таком проценте ошибок пока могут мечтать лишь многоопытные клиницисты.

## **Музыка будущего**

Чем больше работаешь на машине, тем меньше думаешь о ней, как о машине. Это чувство хорошо знакомо летчикам и автомобилистам. Здесь оно приобрело особое значение.



При мне обсуждался один неоперированный больной, у него врожденное незаращение общего предсердно-желудочкового канала, но даже после глубокого зондирования сердечных полостей не удалось выяснить, полное оно или частичное. Врачи так и не дознались, зияет ли в мышечной перегородке большая дыра, через которую свежая кровь смешивается с отработанной, или тут осталась узкая щель, трещина — порок, требующий от хирурга иной тактики. Загадка, видимо, тоже решится на операционном столе, однако молодая программистка сказала: «Машина утверждает — полное».

Быть может, диагност окажется неправ, но это вскользь брошенное слово «утверждает», пожалуй, яснее долгих бесед вдруг раскрыло передо мной новые, я бы сказал, деловые взаимоотношения человека и машины. Иначе ведь их не назывешь, если у диагноста есть уже собственное мнение в столь специальных вопросах медицины.

Самостоятельность его со дня на день растет, и все же он часто указывает лишь вероятность, процентное соотношение предполагаемых диагнозов, предоставив окончательный выбор хирургу. А у того положение не из легких, ему и пять шансов против девятиста пяти могут принести неудачу.

Как быть?

Разумеется, шлифовать, оттачивать машинную логику. Но программисты задумали и другое: диагност должен сам подсказывать дополнительные обследования.

Это будет большой услугой врачу и, пожалуй, вдвойне — больному. Выбрав наиболее надежный метод, «советчик» не только ускорит диагностику, но и отведет лишние, порой очень сложные и совсем не безопасные процедуры. Машина как бы закажет доктору самые необходимые сведения. Зато ответ даст вполне определенный.

Правда, у электронного консультанта свои требования: верный диагноз он ставит лишь на основании верных сведений. Тут «Урал» тверд и неподкупен. Математик, он и врачей заставляет мыслить с предельной точностью.

Дело доходит до серьезных конфликтов. Недавно эта машина, владеющая двумя сотнями симптомов, отказалась отвечать на довольно простой вопрос. Все всполошились: в чем дело? Извлекли перфоленгу и увидели, что один признак был введен ошибочно, он никак не мог соседствовать с остальными: такое сочетание попросту невозможно.

«Урал» уличил медиков в неправильном обследовании и заставил снова проверить симптом. В кабинете рентгенодиагностики они быстро убедились, что машина бастовала законно: «лишнего» признака у больного действительно не было.

Итак, электронный вычислитель обнаружил врачебную оплошность. Радоваться тут или печалиться, не знаю, но я рассказал эту историю вовсе не для того, чтобы показать еще один пробел в работе моих товарищей. Собрать достоверные сведения удастся не всегда и не всем, расхождения врачей в оценке симптомов — дело обычное. Правда, электрозапись биотоков, шумов, смещений сердца внесла сюда известную точность, но даже специалисты нередко оценивают эти замысловатые графики по-разному.

Чтобы не повторять чужих ошибок, диагност будет сам расшифровывать длинные ленты, где записаны импульсы, движения, звуки сердца — все, что доставят ему приборы-регистраторы.

Сведения, минуя врача, поступят прямо в машину, благо память ее настолько велика, что, кроме множества симптомов, может свободно вместить тысячи графиков, таблиц, атласов — огромный набор эталонов, составленных знатоками сердечных болезней. В этом хранилище будут собраны все известные образцы «росчерков» больного сердца. По ним диагност быстро разберет и почерк недуга.

Помощь весьма ощутимая, но и это далеко не все. Разбираясь в электрических, на редкость четких записях работы сердца, «Урал-2» наверняка сделает немало новых открытий. Ведь здесь все имеет меру и число, значит, диагносту придется обрабатывать не расплывчатые симптомы болезни, а графики, — ему такая работа с руки.

Там, где врач прибегал к циркулю да линейке, машина пустит в ход емкую память и могущественный математический аппарат, подметит в бисерных посланиях сердца мелкие, ускользавшие даже от наметанного глаза диагностические штрихи. Словом, в электродиагностике сердечных болезней «Урал»-практик станет ценным теоретиком.

И если уж говорить о теории, электронный диагност пригоден для более тонкого дела — моделирования сердечно-сосудистых недугов. Тут замысел еще интереснее: искус-

ственно воспроизведя порок, врач точно на макете увидит его тайную механику, поймет главную причину недуга.

Но собаки и кролики здесь ни при чем, подопытной будет машина. С ее помощью хирург сумеет бескровно исследовать сердце; он осмотрит, прощупает, изучит каждый уголок сердечных камер, ни разу не заглянув в них. Ибо не скальпель, не зонд и не длинная игла расскажут ему о сокровенном механизме порока, а безобидные уравнения, составленные по кривой артериального давления, пульса, кислородной насыщенности крови и другим вестям сердца.

Больное, оно постоянно подает сигналы бедствия, но правильно расшифровать их удастся, к сожалению, не всегда. Теперь к этой ответственной работе приставят «Урал-2».

Разумеется, расчеты ему подготовят врачи и физиологи.

Но, когда они уложат всю сложную внутреннюю жизнь сердца и сосудов в систему уравнений, электронный диагност обретет еще одно замечательное свойство: он будет предсказывать исход операции. Не только предсказывать — в какой-то мере выбирать ее.

Машина подсчитает послеоперационную нагрузку на сердце и, математически вычислив ожидаемый результат, беспристрастно оценит различные планы лечения. Наилучший она предложит врачу, а тот уже окончательно решит, какому методу отдать предпочтение.

От диагностики «Урал-2» перейдет к самому трудному — прогнозам, а отсюда уж недалеко и до операционной, где его давно ждут хирурги.

Окруженные множеством светящихся экранов, циферблатов, сползающих на пол лент, они мечтают о последнем аппарате, способном собрать показания всех приборов воедино и, мгновенно подытожив, оценить состояние больного, сообщить, в чем он, усыпленный и безгласный, сейчас больше всего нуждается.

На роль такого бдительного, всевидящего стража тоже прочат электронно-вычислительную машину: уж кто-кто, а она уследит и за дрожью стрелок, и за малейшими колебаниями ртутных столбиков с чуткостью, одинаковой от начала до конца операции.

Раз так, не худо бы ей вообще доверить на это время управление некоторыми жизненно важными функциями организма, в первую очередь дыханием и кровообращением.

Ведь аппарат искусственного кровообращения, прослав-

ленное «стальное сердце», ныне быстро достигает предела возможностей. Как его ни совершенствуют, он по-прежнему остается лишь краткосрочным заместителем сердечной мышцы. И дело, конечно, не в мощности: аппарату недостает тонкой автоматической регулировки. Эта добрая машина, спасшая уже немало жизней, работает все-таки не настолько плавно, чтобы организм долго не замечал подмены. Гибкий, постоянно приспосабливающийся, он частично управляет огрехи искусственного кровообращения за счет внутренних резервов. Но до срока, а там, вслед за первыми перебоями, между телом и машиной начинается губительный разлад.

В общем, идея была хороша, да из нее все выжато; последние годы конструкторы вносят лишь мелкие дополнения в старые модели.

Но это, конечно, не тупик, скорее, временная заминка до создания аппарата, способного подчиняться велениям самого больного, точнее, сигналам кровеносной системы. Идущие из глубины организма, они подскажут «стальному сердцу», как лучше помочь живому — участить ли пульс, увеличить ли ударный объем или просто добавить кислорода.

Управлять такими аппаратами должен «Урал-2». Опытный кардиолог, он, что называется, на лету подхватит любой запрос и, расшифровав его, подаст соответствующую команду на пульт машины-исполнительницы.

Из всех дел, что человек когда-либо поручал кибернетическим устройствам, это будет, пожалуй, самым ответственным.

Но не последним. Впереди — автоматизация обезболивания. Приставленный к наркозному аппарату, диагност будет регулировать подачу кислорода и усыпляющего газа по документальной записи глубины сна — электроэнцефалограмме, нарисованной биотоками мозга. Считывая эти волнистые чернильные линии, подрагивающие на широких лентах, он уберет больного от многих бед.

И, наконец, артериальное давление тоже подчинится приказам электронно-вычислительной машины. Малейшее понижение — и она, не ожидая хирурга, подает на прибор команду: ввести сосудосуживающее... Шаг за шагом электроника распространит свою власть на важнейшие системы организма, его главные опоры в борьбе за жизнь.

...Так слышится мне музыка будущего. И я не сомневаюсь, что со временем «Урал-2» или другая, более совершенная машина станет осуществлять безраздельный контроль над всеми приборами и аппаратами, вторгшимися ныне в операционную. Тогда хирург, ничем не отвлекаемый, уверенный в своем «ассистенте», будет работать еще устремленнее, быстрее и успешнее.

Мой шеф написал около сотни статей и несколько книг. Это все, что от него осталось потомкам. Есть, конечно, ученики, научная школа, но талант свой и опыт он не завещал никому: не оказалось наследников. И это уже не трагедия ученого — он был признан и знаменит, — а необычная судьба профессии. Здесь каждый начинает сначала. И, достигнув вершины, все уносит с собой. Оттого, быть может, и поныне так велик разрыв между блистательными лидерами медицины и рядовой массой врачей.

Электронный диагност, способный вобрать опыт, чутье, проницательность множества выдающихся клиницистов, великих мастеров разоблачения недугов, готовый в любой момент всякому прийти на помощь (только телеграфируйте кодом симптомы), — такой всеведущий и скорый на ответ «советник» выручит не одного сельского врача. Да и городским будет не помехой.

Запутанный, трудный для диагностики случай — телефонный запрос, и тут же, спустя считанные минуты, деловая консультация. А случай действительно иногда неотложный. Здесь быстродействующая машина, покопавшись в своей памяти, даст поистине спасительный совет. И не только при сердечном недуге.

Ведь врожденные пороки сердца — лишь первый эксперимент, их четкие признаки легко выразить в числах, закодировать, потому с этого и начали, но в машину можно ввести диагностические симптомы приобретенных пороков, болезней крови, глаз, желудка, печени — всего не перечислишь. И переучивать ее всякий раз не потребуется: сменил ленту — и консультант-кардиолог стал окулистом или терапевтом.

Иному все это покажется фантазией. Что ж, в прогнозах нередко ошибались и великие. Эдисон, например, внес в сенат Соединенных Штатов законопроект, запрещающий

применение переменного тока, а первые воздухоплавательные аппараты во всеуслышание назвал несусветной чепухой.

И ток есть, и самолеты летают... И даже ракеты, которыми, кстати говоря, управляют электронно-вычислительные машины. Очень заманчиво научиться управлять такой тонко отлаженной системой, как человеческий организм.

Будущее всегда манит. Зámки ведь можно строить и в воздухе — только не следует забывать о фундаменте. Тогда труд принесет плоды. А все, что плодотворно, говорят, истинно. И пусть вас не удивляют необычные слова: механизация врачебного мышления. Электронный диагност освобождает лишь от механической работы, а думать рядом с ним приходится куда больше обычного. Именно такой друг врачу и нужен.

И не раз еще змеиномудрая медицина обратится к могучей и стремительной памяти стальных машин, где дышит интеграл.

## **Механика мозга**

Странные порой бывают созвучия: «кибернетика» — и вдруг привычное российское «губерния». Слышите, какой между ними отдаленный, будто приглушенный временем перезвон? Эти слова и впрямь друг другу сродни: у них общий предок — греческий капитан, кормчий — кипернаутес. Отсюда и пошли губернаторы, управляемые ими губернии, а спустя столетия — кибернетика, наука об управлении. Не по-губернаторски, конечно, а гораздо разумней.

Однако непонятно: управлении чем?

Да, пожалуй, всем. Заводским конвейером и космическим кораблем, службой погоды и энергетикой целой страны, эшелонами, что мчатся по тысячам магистралей, и молекулами, снующими в недрах живой клетки, наконец, экономикой, планированием...

Всеобъемлющая наука, но так она и была задумана: где движение, там и управление.

Во всем этом многоликом мире живых существ и машин кибернетика ищет и — удивительное дело! — находит схожие черты.

Людам, конечно, не очень нравится, когда их сравнивают с автоматами, но, право же, здесь какое-то недоразумение: человек, его тело, мозг, да что там мозг, простейшая клеточка — идеальный и пока недостижимый образец для самой совершенной машины. Понять, как устроен этот замечательный «автомат», наделенный дыханием жизни, — заветная мечта кибернетиков.

Заветная и отнюдь не бескорыстная: ведь любая клетка тела, такая микроскопическая фабрика белка, выбирает себе наивыгоднейший режим работы с завидной быстротой и точностью. Когда биохимики захотели сами рассчитать для нее скорость и порядок обменных процессов, им пришлось около трех суток провести в обществе электронно-вычислительной машины. А крохотный живой комочек решает подобные задачи с ходу и всегда безошибочно: размышлять ему просто некогда. Так что даже тут, на первой ступеньке жизни, и биолог и химик наверняка углядят множество технических новшеств.

Что уж говорить о драгоценных свойствах мозга! Для машиностроителей здесь клад остроумных идей и блестящих инженерных решений.

Универсальная память, поразительно тонкая самонастройка, гибкая регулировка физиологических систем, необычайная пластичность делают его в миллион раз (это не гипербола, а достоверная цифра) сложнее лучшего электронно-вычислительного устройства.

Велик же соблазн позаимствовать в «конструкторском бюро» природы общую механику мозга, как бы одухотворить машину частицей человеческого разума...

Всем хорош этот замысел, кроме одного: никто пока точно не знает, как воплотить его в жизнь. Ведь инженеру, конструирующему автомат, помимо смелых проектов нужны простые числа, расчеты, формулы — математическая плоть идеи, а физиологи за целый век дознались ничтожной доли секретов мозга.

Нет, не могла кибернетика, идущая вровень с ядерной физикой, космонавтикой, довольствоваться такими темпами, да и методы классической физиологии были ей тесны. Молодая наука стремилась понять жизнь в движении, взаимодействии всех систем организма, раскрыть сокровен-

ную механику мозга, а ей предлагали распятую лягушку, усыпленную кошку, собаку в привязном станке, наконец, обезьяну в вольере.

Кибернетики не отрицали ценность этих исследовательских приемов, но предложили свой — моделирование. На электронных черепахах, счетно-решающих машинах или бумаге — для них большого значения не имело: главное — разобраться, как работает искусственная система, копирующая поведение животного, что она умеет делать, а из чего сама сделана — из металла или живых клеток — не столь уж важно. Мысль о машинности мозга позволила на некоторое время забыть все другие его свойства.

Биологов вначале испугала такая отвлеченность мышления: живая плоть на глазах растворялась в цифрах. Но физики и математики чувствовали себя в этом мире условностей весьма уверенно. Они-то хорошо знали, что модель нейрона, собранная из нескольких проволок и радиодеталей, не отражает и тысячной доли его структуры, зато может рассказать о передаче нервного импульса куда больше замороженных срезов мозга, созерцаемых в сверхмощный микроскоп.

Математиков долго укоряли в упрощенных домислах, примитивных схемах, но когда кибернетические машины воспроизвели работу сотен нервных клеток, выработали в своем электронном мозге условный рефлекс, перешли к анализу эмоций, физиологи поверили: сбывается заветная мечта Ивана Петровича Павлова — математический анализ охватывает все явления жизни.

С тех пор никто не требует от биологической модели детального повторения живого оригинала, она стала как бы метафорой кибернетиков, а моделирование — их образным мышлением.

Образным и абсолютно реальным: в дело идут только проверенные факты.

К сожалению, они не так уж многочисленны, но тут, как говорится, кибернетикам и карты в руки. Я имею в виду, конечно, перфокарты, на которые физиологи занесут результаты своих опытов, предоставив обработку быстродействующим вычислительным устройствам.

Выигрыш здесь будет двойной: точность и скорость. Их-то как раз биологии очень недостает. Ведь сведениями, как нынче говорят, информацией она не беднее других на-



ук, но вот обработать с таким трудом добытый материал, пережечь его мыслью... Тут просто катастрофа.

Тысячи лабораторных журналов заполнены ценнейшими наблюдениями, составлена уйма графиков и диаграмм; лентами всевозможных электрозаписей, кажется, можно трижды охлестнуть планету, но где же та священная нить, что свяжет все воедино, у кого хватит сил, мужества, знаний, чтобы возвыситься над этими Гималаями фактов, как бы обозреть их с орлиной высоты?

Говорят, на это не хватит человеческого жизни.

Да, век наш пока невелик, но если бы так рассуждали физики, последней новинкой науки, вероятно, поныне были бы законы Ньютона.

Физики не убоялись половодья фактов, их цель — взять от эксперимента побольше цифр. И когда в одном институте ядерной энергии опыты дали недавно такой урожай чисел, что обрабатывать их обычными методами пришлось бы около двух тысяч лет, исследователи поручили этот адский труд счетно-решающей машине. Что мешает физиологам последовать их примеру?

Все та же специфика. Живую жизнь очень трудно выразить в сухих цифрах и логических командах. Дырки в перфокартах безмерно обедняют ее великое многообразие. Но сегодня это единственный язык, понятный машине. И, к сожалению, еще малодоступный биологам. Их традиционные записи опытов настолько далеки от машинного кода, что шифрование накопленной информации заняло бы много веков. Оттого и лежит она, тщательно прошнурованная и пронумерованная, таким неприкосновенным запасом науки.

Винить тут некого, и случай с физиками приведен не в укор. Ведь у них любой эксперимент завершается показанием стрелки на шкале или циферблате, а физиолог порой тратил месяцы на довольно простые измерения.

Однако нынче и в его лаборатории появилось немало электронных приборов. Сверхчуткие, они принесли такую точность, что с ней уже можно было подступиться к математическим машинам.

Мозг, разумеется, стал одним из главных претендентов на такое тонкое обследование: электрофизиологи давно ломали головы над записями его биотоков. Теперь они надея-

лись прочесть энцефалограммы с помощью вычислительных устройств. Машине предстояло найти ключ к «иероглифам» мозга, подобно тому, как она помогла разгадать высеченные на камне письма народа майя.

Вначале у физиологов действительно было много общего с лингвистами: они также пытались расшифровать текст, не зная почти ни единой буквы. Но между волнистыми посланиями мозга и азбукой древних индейцев довольно скоро выяснилась существенная разница.

Все майя говорили на одном языке, их знаки всегда имели определенный смысл, а мозг многоязычен. Миллиарды его клеток сыплют град импульсов — на ленте остается их коллективный след. В нем сумма биотоков, а слагаемые неизвестны.

Сигнал, дошедший до исследователя, содержит, конечно, немало конкретной информации о событиях в недрах мозга, состоянии нейронов, но ведь и гул со стадиона доносит великое множество голосов, а попробуй разберись, о чем кричит каждый болельщик...

На полях больших полушарий ход событий поистине стремителен.

Волна возбуждения как бы намагничивает нервные клетки, замыкает их в извилистые цепи, тут же рвет связи и, сплетая из нейронов новую сеть, подключает ее к нервному центру. И везде на своем пути она высекает биотоки — искры, из которых возгорается мысль.

Как же уловить в этом вихре мимолетных переключений, связей, во всей этой причудливой мозаике мозга его истинные механизмы? Ведь приборы улавливают не мысль, а лишь отдаленное эхо событий, происходящих при ее рождении. Энцефалограмма словно пластинка с записью разноголосого хора нейронов: у кого тут тенор, у кого бас, кто ведет, кто подпевает — понять трудно. К тому же «вокалисты» меняются наперебой: ансамбли нервных клеток на редкость недолговечны.

Так возникла заманчивая идея проследить за сигналами одного из многих миллиардов нейронов.

Тончайший микроэлектрод нащупал заданную цель без промаха: им управляла сама клетка, вернее, автомат, перехватывавший ее разряды. Через эту следящую систему клет-

ка навела стеклянный волосок прямо на себя. Вот он мягко вошел в ее тело — сухой электрический треск, — и на мерцающем экране кометой метнулась яркая точка, а за ней светящийся хвост.

Нейрон заговорил! И в тот же миг, не проронив ни единого импульса, приборы начали летопись его тревожной, нервной жизни.

Эта запись уже поддавалась более строгому толкованию. По ней можно было судить об электропотенциале, попросту говоря, настроении клетки во всякое время: на работе, в покое, во сне и даже во хмелю, — испытываемую слегка подпайвали через волосок, что, замечу кстати, сильно угнетало ее, а порой укладывало намертво.

Нейрон испытал на себе действие разных солей и лекарств, его раздражали, усыпляли, взбадривали — став опытным, он ответил на множество вопросов, но уклонился от главного.

Поведение одной клетки почти ничего не говорило о ее связях с соседями, устройстве межклеточных переключателей, наконец, о механизме мгновенной обработки и передачи импульса по нейронным сетям. Деталь не раскрыла их общей схемы. И хоть физиолог нынче легко проникает в любую нервную клетку, ему по-прежнему неизвестно, как работает вся нервная система.

Видно, нейрон не был тем яблоком, которое могло навести на законы мозговой механики.

Тогда наложили сразу пятьдесят электродов. Биотоки из разных участков кроличьего мозга помчались по многим каналам — на экране энцефалоскопа вспыхнуло целое созвездие светящихся сигналов. Принятые из недр мозговой ткани, они замельтешили с такой быстротой, что глаз просто не улавливал их величину и яркость.

Поток информации пустили на записывающие приборы, но и это не помогло: за полторы секунды прибор давал столько сведений, что разбираться в них приходилось месяцами. Каждый биопотенциал, заснятый на пленку, требовал измерения: по нему определяли электрическую активность «микрорайона» больших полушарий, их рабочий накал в момент съемки. Словом, подсчетов физиологу хватало надолго, но главная трудность ждала его впереди.

Все числа, а они набирались тысячами, предстояло сопоставить друг с другом. В этом была суть опыта. Только

сравнив биопотенциалы, исследователь мог отыскать на коре активные участки, выяснить их сложные взаимоотношения, проследить импульс, скользящий по клеткам, короче: зримо представить себе топографию бодрствующего мозга.

То была сплошная бухгалтерия, и не зря один из создателей электроэнцефалоскопа профессор Михаил Николаевич Ливанов как-то заметил, что на анализ нескольких опытов пришлось бы убить всю жизнь.

Ученые обратились к электронно-вычислительной машине. Ей на все подсчеты потребовалось сорок секунд. Представляете, насколько она продлила жизнь физиологов!

Но им и этого мало. Киевские кибернетики конструируют сейчас для лаборатории профессора Ливанова новое устройство, способное считывать физиологический текст прямо с фотоленты. Биопотенциалы не нужно будет измерять, записывать, кодировать — машина сама проделает эту утомительную работу.

А пока такой вычислитель в проекте, ученые и с обычным достигли довольно интересных результатов.

Когда у кролика начали вырабатывать условный рефлекс, выяснилось, что мозг обычно не вовлекается в дело целиком, а всякий раз выделяет на задание какие-то определенные участки — острова активности в море спокойствия.

Эти рабочие команды нейронов разбросаны по всему полушарию, однако трудятся согласованно, видимо, как-то сигналият друг другу, обмениваются житейским опытом, информацией. Их удивительная синхронность — загадка, в которой скрыта, вероятно, не одна кибернетическая идея.

Порой несколько «островов активности» вдруг замыкаются в независимую систему. Другие поступают так же. Мозг словно распадается на автономные сообщества клеток. Вкрапленные в его ткань длинными архипелагами, они живут как бы в своем кругу, работают одновременно. Однако недолго: синхронные системы тут же рассыпаются, дают место новым, те — следующим, по коре полушарий пробегает волна электрических импульсов. На ее гребне нервный процесс.

То идет генерализация, упрочение рефлекса, выработка опорных пунктов, между которыми пролегают временные связи. Импульс торит тропу, на фотоленте — его следы.

Эти мгновенные слепки биотоков, точно застывшая лава, рассказывают исследователям о вулканической деятельно-

сти мозга, раскрывают его переменчивый электрический «рельеф» — отражение нарождающегося рефлекса.

На моментальных снимках мозга проявились как бы контуры его рабочей поверхности, молчаливая доселе карта больших полушарий вдруг ожила, заполнилась условными знаками, стала чем-то вроде первой лоции в этом трудном путешествии. Взглянув на нее, я впервые понял, что «мозаика мозга» нынче не изящная словесность, а вполне осязаемый научный факт.

И все же то был лишь кролик, а электрофизиологов давно ждал человеческий мозг. Какие события разворачиваются на его обширных территориях, когда мысль бороздит чело?

Вот он в покое: синхронные точки помаргивают на экране редкими ночными фонариками. Человек, как говорится, в полном бездумье, его мозг отдыхает, и в связях сейчас нет нужды.

Кругом тишина, но в камере испытуемого еще тише: ни один шорох не должен отразиться на электрической карте умственного процесса, предстоящего этому человеку.

Процесс, по правде говоря, не очень сложен: нужно в уме перемножить двузначные числа. Но буквально через несколько секунд на экране зажглось множество звезд — то в коре полушарий, словно парные застрельщики, слаженно заработали синхронные участки. И чем глубже уходил человек в подсчеты, тем ярче разгорались звезды, тем больше перекрестных связей возникало между заинтересованными отделами мозга.

Первой в каждом полушарии «вспыхнула» лобная доля: здесь сосредоточены довольно значительные резервы мыслительных способностей. Вслед за ней решением задачи занялась теменная область, на подмогу пришла передняя центральная извилина. Даже двигательный центр речи не остался в стороне, хотя испытуемый не проронил и слова. Видимо, этот центр порой принимает молчаливое участие в умственном труде: не всем же мыслям быть на языке.

Активные участки передвигались по коре полушарий подобно праздничной иллюминации на фасаде Центрального телеграфа. Они непрерывно устанавливали перекрестные связи, в конце опыта мозг был охвачен ими, как обручами.

Но вот задача решена, и он тут же начал отключать свои счетно-решающие блоки. Вздогнули и померкли одно за другим яркие созвездия, светящаяся мозаика погасла.

Опять наступил покой. Мозг не тратил энергию зря, лишь несколько пар «сторожевых» точек по-прежнему сигналили из его глубин. Остальная нервная ткань отдыхала, большие полушария как бы перезаряжали свои батареи, копили энергию впрок. А затем снова запущенные на полную мощность, сжигали ее не больше, чем двадцатипятисвечевая лампочка.

Экономная система, ничего не скажешь. И очень надежная. Вот экспериментальные доказательства.

Задача была та же: на умножение. Однако условия опыта несколько другие. Сначала человек считал, и в коре полушарий, как обычно, возникали связи, но перед одним упражнением он принял аминазин — препарат, сильно угнетающий лобные доли. Через час с небольшим они полностью выключились, как бы выпали из умственной деятельности. Наш испытуемый временно лишился довольно большой части мозга, но интереснее всего, что полоумным он не стал. И даже решил задачу. С трудом, медленно, а все же обошелся без лобных долей: выручили другие, сохранившие синхронную активность.

Это и есть надежная конструкция — предмет острой зависти кибернетиков.

Мозг соткан из нежнейших клеток, а в работе сверхпрочен. Он своего рода высоконадежный кибернетический агрегат, собранный из очень хрупких деталей. В технике ничего похожего пока нет.

Ведь электронно-вычислительная машина, потеряв всего один импульс, один значок — плюс или минус, — безвозвратно запутается, а мозг — никогда; он обладает замечательным свойством: пластичностью, взаимозаменяемостью, попросту, взаимной выручкой разных отделов.

Кора мозга может не сберечь какого-нибудь импульса, более того, утратить значительную часть своей плоти и остаться полноценным «думающим устройством».

Порой не просто думающим, а гениальным: большое кровоизлияние в мозг не помешало Пастеру сделать великие открытия; после его смерти увидели, что он мыслил одним полушарием.

Да, на нервные клетки человек может положиться, они выносят и не такое, а все же остаются в строю. Иначе нельзя: нейроны незаменимы. Получив от рождения свои «миллиарды», человек сходит с ними в могилу. Но ему и этого состояния вполне хватает на великие и малые дела.

Нейронам, конечно, не угнаться за скоростными счетными машинами, зато они непрерывно вступают в динамичные содружества, берут, так сказать, гибкостью, подвижностью, разнообразием связей и личной инициативой: одна и та же клетка, смотря по обстоятельствам, выполняет разные функции, работает одновременно в нескольких обособленных системах. В этом совместительстве скрыто, вероятно, одно из самых замечательных свойств человеческого мозга — универсальность.

Чтобы решать шахматные задачи, писать стихи, изобретать, человеку вовсе не нужно, подобно щедринскому градоначальнику Органчику, менять «начинку» головы. И жнец, и швец, и в дуду игрец, он во всех случаях жизни обходится своим мозгом. А электронно-счетная машина, самая совершенная и универсальная, получив новое задание, до сих пор требовала реконструкции и полной смены программы. Решать же сложные проблемы по отрывочным, противоречивым, часто недостоверным сведениям, как это постоянно умудряется наш мозг, ей и вовсе не под силу. Для такой работы она, как выразился один кибернетик, безнадежно громоздка и идиотски логична.

Кибернетик резок, но прав: у машины действительно нет воображения. Без приказа, логической команды, втиснутой в ее память, она не выполнит и пустяковой работы. Тут ей трудно тягаться с мозгом — устройством, способным живо и буквально на ощупь ориентироваться в незнакомой, иногда критической обстановке.

Однако и человек не вдруг обрел такую сноровку: всю жизнь он программирует свой мозг разнообразными сведениями. К тому же за ним миллионлетний опыт предков; наши знания, навыки, рефлексy — это огромный запас полезной информации.

У «начинающей» кибернетической машины ни родословной, ни запаса.

Когда электронный автомат сконструирован, собран и выпущен заводом, он еще очень далек от своего назначения. Программист заряжает его полезными сведениями, вводит

кодом порядок операций — словом, вдыхает в него «душу». Только теперь машина готова. Дан старт-сигнал — она приступает к задаче.

Внешне это выглядит очень эффектно: вспыхивают на пульте сигналы, громоздится к потолку многоячеистый «мозг» автомата, но что происходит сейчас внутри?

Происходит довольно примитивный процесс: машина непрерывно сверяет ход операций с программой. Так или нет, так или нет, словно сама себе не доверяет.

Эта педантичная последовательность порой обращивается забавным парадоксом. Делая тысячи операций в секунду, хорошо обученный автомат почти полминуты распознает на перфокарте букву «А». Зато медлительный нейрон, которого с натугой едва хватает на 10 операций в секунду, позволяет нам мгновенно выделить в толпе знакомое лицо. Казалось бы, все должно быть наоборот. В чем тут дело?

Электронную машину подводит память. Неподвижная, она заставляет счетные блоки обрабатывать всю картину в дотошном порядке — штрих за штрихом, операция за операцией. Быстродействующий автомат теряет время на бесконечные справки в своем застывшем запоминающем устройстве, он чересчур «рефлексирует», а человек решает такие задачи параллельно, проводит информацию сразу по нескольким каналам сознания.

Здесь, пожалуй, тот редкий случай, когда непоследовательность привела к хорошим результатам.

## **Мыслящие механизмы**

Параллельное действие — великий дар человеческого мозга, и математики, конечно, не обошли его вниманием. Позаимствовав эту блестящую кибернетическую находку природы, они надеются создать экономные и действительно универсальные автоматы — мощные усилители ума.

Именно усилители, ведь вычислительная машина, обладающая гибким механизмом человеческого мышления, пускай самого примитивного, подсознательного, но запущенного с космической скоростью, черпающего сведения в огромных запасниках электронной памяти, такая машина может стать поистине архимедовым рычагом умст-



венного труда. Созданная разумом, она воздаст ему стоицею.

Понятно, с каким увлечением ищут кибернетики скрытые параметры мозга, механическую подоснову мышления. Ведь здесь задача уже решена наилучшим образом; жаль только, что на решение ушло несколько миллионов лет.

Автомат параллельного действия построят наверняка быстрее: его создатели не копируют, а моделируют работу больших полушарий. Пока на бумаге, в схемах и формулах, но уже и сейчас ясно, что новая вычислительная машина будет упрощенной, если хотите, усовершенствованной моделью некоторых узлов мозга, а не металлическим слепком пятнадцати миллиардов его клеток.

Академик Андрей Николаевич Колмогоров, разрабатывающий принцип построения таких автоматов, пришел к совершенно неожиданным выводам. Оказалось, что даже высокоинтеллектуальные процессы, вроде научного и художественного творчества, можно воспроизвести на машине с весьма скромным запасом информации. И главная трудность тут — не изготовление многоячейистой, всеобъемлющей памяти, а составление сложной программы, способной повести автомат тернистым путем творчества.

Никто, конечно, не собирается конструировать целнометаллических поэтов, но математики нынче всерьез намерены разобраться в том упорном, целеустремленном, иногда подсознательном переборе информации, что по праву назван творческими муками.

Пройдя через этот лабиринт мысли, выверив гармонию алгеброй, они, быть может, найдут для вычислительных машин новые, не виданные доселе образцы.

В заманчивый, обнадеживающий поиск собралась кибернетика.

Ведь творческий ум — система единственная по тончайшей самонастройке. В хаосе воспоминаний, ассоциаций, каких-то смутных, порой даже не осознанных образов, мелодий жизни, записанных на «магнитной ленте» памяти, он отыскивает нужные детали и, собрав их воедино, конструирует скупую и емкую мысль. А затем, оснастив ее самым мощным двигателем воображения — образом, как управляемую ракету выводит точно на цель. В этот миг наивысшего напряжения нервные клетки работают с отдачей, перед которой меркнут турбины Братской ГЭС, нейроны творят энер-

гетическое чудо: их едва уловимый электропотенциал вращает тяжелые валы вдохновения.

Автомат обойдется, конечно, и без вдохновения, зато его пропускная способность будет куда выше, чем у мозга.

Уже сейчас большая электронная машина ИБМ за считанные минуты доказала четыреста с лишним теорем, вошедших в «Принципы математики» — капитальный труд, создававшийся много лет. И, пожалуй, интереснее всего, что машина не просто галопировала по формулам, а отнеслась к заданию очень обстоятельно, не боюсь сказать, творчески: она доказала несколько теорем, не включенных в книгу, нашла путь для новых открытий в математической логике.

Другой автомат прослыл отличным геометром. Запрограммированный однажды чертежами и общеизвестными аксиомами, он отыскивает такие своеобразные доказательства эвклидовых теорем, что даже бывалые математики диву даются. А машина с каждым днем наращивает знания, темп, опыт — расширяет свой математический диапазон. Ни одна ошибка не проходит бесследно для этого самообучающегося устройства.

Так сегодня осуществляется главный девиз кибернетики: не эпигонствовать, не подражать природе, а строить только то, что работает лучше человека, умножает его интеллектуальную мощь.

Много физиков, биологов, врачей охотно передадут (иные уже передали) большую часть своего труда вычислительным машинам. Тут нет для них ничего обидного, ведь давно известно: талант — это лишь один процент вдохновения. Совсем не худо остальные девяносто девять, что приходится на пот, для начала хотя бы поделить с автоматами. Два ума всегда лучше, особенно когда один из них быстродействующий. И если железный мозг порой окажется выносливее, оперативнее живого, ей-богу, это ничем не принизит человеческий разум. Никто ведь нынче не пренебрегает автомобилями, хотя мы довольно уверенно пользуемся и ногами. Почему же мыслительные автоматы — мощные слуги человека — разучат его мыслить? Откуда взялась легенда, будто

эти замечательные создания человеческого гения унижат его достоинство?

Нет, не нужно бояться «думающих» машин: командные высоты науки наверняка останутся за мыслящими людьми.

И хоть фантасты порой пугают нас засильем автоматов, даже угрожают бунтом кибернетических чудовищ с мертвой хваткой и скрипучими голосами, не бойтесь — это от лукавого.

Правда, ученые теперь всерьез занялись воспитанием машин. Но инженерная педагогика возникла, конечно, не от страха перед роботами, тут дело проще и куда интересней.

Автоматы можно, оказывается, обучить множеству заданий, не предусмотренных программой. И, обучив, дать им самостоятельность. Электронная машина всякий раз сама себя запрограммирует и проконтролирует.

Но сначала в нее нужно ввести гибкую, универсальную программу, своего рода правила поведения в незнакомых ситуациях. Тогда машина сможет выполнять всевозможные поручения: читать, переводить, решать производственные задачи, «продумывать» опыты, да мало ли чем можно загрузить ее бездонную память.

«Мыслящие» автоматы предъявляют человеку все большие требования. Теперь уже не конструктор и не программист, а специальный воспитатель должен завершить их подготовку к труду. И это новое направление кибернетики, пожалуй, самое увлекательное и обнадёживающее.

Машины будут отличаться не конструкцией и не жесткими, раз навсегда заданными программами, а воспитанием, школой — начальной, средней и, возможно, высшей. Математики уже рассчитывают для них довольно объемистый круг обучения.

Универсальная программа, конечно, не справочник на все случаи жизни. Всего ведь не предусмотреть, а вот обучить машину, как памятливого ученика, запрограммировать ее навыками, скажем, для чтения рукописей, нот, книг, со временем любых текстов — дело вполне возможное. И уже творимое.

Советские биофизики Михаил Бонгард и Михаил Смирнов составляют программу, которая позволит машине раз-

личать буквы, силуэты зверей, быть может, когда-нибудь узнать и своих программистов. Во всяком случае, уже сейчас автомат не спутает человека с кошкой, быстро отличает женский профиль от мужского.

Согласитесь, для хладного металла это что-нибудь да значит. Беда только, что машина не выдает своего секрета: до сих пор непонятно, как ей удастся различать силуэты.

Все это выглядит довольно занятно. Машину обучали Бонгард и Смирнов, ее конструкция им хорошо известна, содержание электронной памяти — тоже не тайна, автомат может мигом напечатать весь заложенный в него запас сведений, а механизм распознавания — загадка. Дело дошло до курьеза. Машину стали изучать биологическими методами: дадут ей задачу и смотрят, как быстро выйдет решение.

Тут, видно, точная наука воспользовалась совсем неточным приемом, но что же делать, если педагоги все-таки хотят понять ученика с таким большим будущим.

В медицине, например, оно представляется мне просто блестящим. Автомат, умеющий мгновенно разобраться в картине крови или оценить рентгенограмму, для врача — находка. Сотни тысяч людей ежегодно проверяют легкие, у большинства они здоровы, но врач-то обязан просмотреть все снимки. Автомат их рассортирует и, отобрав подозрительные, представит на заключение специалиста.

Однако не все же о болезнях.

Автомат, расписывающий книги и журналы по авторам, названиям, темам, тут же печатающий каталожную карточку, сослужит библиографам отличную службу.

И все-таки самое важное место самостоятельные автоматы займут у заводских пультов управления. Тут мозг человеческий порой уже не в силах приноровиться к новым скоростям. Подготовкой достойной замены заняты сейчас большие коллективы кибернетиков. Их первые опыты открыли в автоматах незаурядные организационные способности.

Руководить заводами вычислительные машины пока не могут, но планировать, решать технологические задачи, вести учет, распределять продукцию, менять ритм конвейеров — это им вполне доступно.

Специальная программа делает автомат знатоком по всем заводским делам, таким универсальным решателем проблем. И самое важное: она предусматривает полную независимость, так сказать, свободу действий электронного

плановика. Ему не нужны детальные сведения и подробные инструкции, он пренебрегает шаблонами — тут вся ставка на опыт, производственный стаж самообучающейся машины. И, разумеется, на успехи нейрофизиологов: автомат перерабатывает информацию по правилам, заимствованным у головного мозга. Моделируя ум, он понемногу умнеет сам.

Так идет великое самопознание мозга, а вместе с ним автоматизация умственного труда.

## Лента времени

Молодой профессор физики, большой любитель спорта, однажды решил послушать репортаж о матче боксеров. Включил радио — университетская станция передавала какую-то лекцию; ученый прислушался и тут же забыл о боксе: кто-то с увлечением излагал мысли, удивительно похожие на его собственные. Дослушав до конца и очень довольный единомышленником, он тут же запросил по внутренней почте отпечатанный текст выступления. Вскоре пришел пакет, в нем была лекция и маленькая записка. Физика вежливо спрашивали, не потерял ли он рукопись, так как совсем недавно сам продиктовал эту лекцию на магнитофон.

Досадная история, но что делать: причуды памяти порой не так уж безобидны. Над ними долго подшучивали — теперь думают. И, случается, приходят к неожиданным заключениям.

У памяти есть как бы период полураспада, он длится 12 часов. Время установили экспериментально: утром человек запоминал некоторое количество слов, а к вечеру мог вспомнить лишь половину, остальных как не бывало — их стерли, вытеснили новые. Тех ждет такая же участь. Найдутся, конечно, и более памятливые люди, но они-то и будут тем исключением, что подтверждает правило. Опыты, не раз проведенные психологами, надежны и убедительны.

Человеческий мозг непрерывно процеживает информацию, придирчиво фильтрует, а порой наугад вылавливает в потоке сознания небольшую часть фактов, событий, слов и только два-три процента оставляет в своем архиве — долговременной памяти. Оттого, верно, как бы ни были загружены ее кладовые, они принимают все новые и новые богатства.

Отличное запоминающее устройство! Рассчитанное на огромный запас сведений, оно все же использует целую систему отборочных механизмов, вроде кратковременной памяти.

Здесь информация не залеживается, срок ее хранения — секунды. Но и того достаточно, чтобы осмыслить и рассортировать серию разнообразнейших сигналов. Мимолетные, часто расплывчатые, они теньями скользят мимо умственного взора. И вдруг вспышка, удар молнии — озаренный ум заработал с утроенной силой.

Это искра воспоминания запустила его на полную мощность, привела в действие всю громаду мозга.

Мгновенный импульс-сигнал, конечно, никакой сверхъестественной энергией не обладает, он, видимо, замкнул одно из бесчисленных нейронных звеньев, что лежат в основе человеческой памяти. И, замкнув, вызвал к жизни весь записанный в нем предшествующий опыт человека, возбудил в цепочке нервных клеток сокровенный процесс воспроизведения пережитого. А мозг, чувствительный к малейшим сдвигам собственной структуры, подхватил и, как мощный резонатор, многократно усилил этот зародившийся в его недрах отголосок минувшего.

Мозг хранит целый клад неосознанной, не дошедшей до коры информации. Утопленная в его недрах, она лежит золотым грузом на самом дне памяти. Но до поры! Импульсивная, вечно в движении, мысль неустанно бороздит поля больших полушарий, искрой мечется по всем этажам мозга и порой случайно, словно на якоре, вытаскивает из его глубин крупицу упрятанных сокровищ. Тогда наступает озарение.

Однако что же происходит в самих недрах, когда там, словно джинн из лампы Аладдина, является мысль? Где вообще хранятся следы событий — далекие и вечно живые отзвуки жизни?

Неизвестно. Один крупный математик в шутку сказал, что о природе и местонахождении памяти мы знаем не больше древних греков, искавших разум где-то около диафрагмы. Грустная шутка.

Но послушаем лучше физиологов. У них есть испытанный прием: нарушат нормальную работу какого-нибудь участка мозга и, проследив выпадение функций, судят о его назначении.

Перерезки, перевязки, частичные и полные удаления — весь арсенал не очень тонких, но, к сожалению, неизбежных биологических методов помог на первых порах уловить кое-какие механизмы памяти. Под стать самим приемам это была довольно грубая механика, однако вот интересный эксперимент: мышь, обученная быстро отыскивать выход из лабиринта, после удаления части мозговой коры заблудилась, словно вместе с кусочком мозга у нее вынули запись маршрута. Так, может быть, здесь и находится ее запоминающее устройство?

Увы, через несколько дней та же мышь опять живо пробегала лабиринт: остаток коры полушарий заново обучился утраченным навыкам. Видно, в мышинном мозге память не имеет постоянного места.

А в человеческом?

Скорее всего, то же самое, но тут разговор особый.

Поразительно тонкая, компактная архитектура головного мозга описана в сотнях книг и диссертаций, об этаже памяти там почти ни слова. И это, конечно, совсем не от пренебрежения. Просто трудно привязать столь сложную, многообъемлющую функцию мозга к какой-нибудь одной его части. А как работает целое — пока загадка.

Сотканная из миллиардов нервных клеток, кора больших полушарий мозга стала чем-то вроде огромного поля, где исследователи ищут неведомый клад. И никто из них даже приблизительно не знает, где он зарыт. Поиск идет по «квадратам» и буквально на ощупь: во время операции к обнаженному мозгу прикладывают электрод и, дав слабый разряд тока, смотрят на поведение больного. А оно порой совершенно изумительно.

Стоит коснуться электродом коры височной доли мозга — и человек начинает грезить наяву. В его памяти всплывают картины, случаи, разговоры, мелодии и песни давно забытых дней. Не только случаи, но даже связанные с ними эмоции. Человек как бы заново переживает свое прошлое. Испуг, радость, слезы, смех следуют за передвижением магического электрода по височной коре. И в то же время больной ни на секунду не забывает, что он на операционном столе, беседует с хирургом, сознает серьезность своего положения.

«Да, доктор, да! Я слышу смеющихся людей — моих

друзей в Южной Африке!» — воскликнул во время операции молодой негр. Находясь в канадском госпитале, он вдруг увидел себя в доме сестры за веселой беседой с ее подругами. И это было не иллюзией, а действительным событием его детства. Начисто забытое, оно ожило под электродом, словно случилось секунду назад. Молодого человека не смущала необычная обстановка, чужие люди, он смеялся так же беззаботно, как в те далекие годы. Смеялся — и не забывал отвечать на вопросы хирурга, понимал, что идет опасная операция.

Мозг одновременно обрабатывал две «записи» — воспоминания минувшего и впечатления настоящего, он аккуратно разматывал ленту времени и тут же без всякой путаницы толковал текущие события. Нигде не пересекаясь, эти два потока сознания были совершенно независимы по смыслу и, вероятно, по механизмам воспроизведения: правая височная доля под градом электроимпульсов вызвала в памяти прошлое, а левая, как обычно, оценивала и формировала непосредственные переживания — сигналы, ежесекундно поступающие в мозг по многомиллионным каналам связи.

Женщина, лежа на операционном столе, внезапно увидела себя ребенком в лесу, ее кто-то окликнул, она ответила, но в это время электрод перенесли, и она вдруг оказалась на берегу реки, слышала зовущие голоса... Хирург спросил ее, какая это была река. Она тут же вернулась в реальный мир: «Кажется, это река, которую я видела в детстве».

Электрод приложили к другой точке: «Да, я слышу голоса. Поздняя ночь, где-то карнавал — что-то вроде бродячего цирка». Операция шла своим чередом, обнажился новый участок височной коры. Раздражение — и снова: «У меня было маленькое воспоминание — сцена из спектакля, они говорили, и я могла это видеть, видела это в моей памяти». Наконец, коснувшись электродом еще одной точки, больную заставили мысленно перенестись на службу...

Вереница воспоминаний круто оборвалась — это убрали электрод.

Да, несомненно где-то под ним, в хитросплетениях нейронов височной доли находится замечательное устройство, хранящее память о событиях, вызванные ими мысли, чувства — весь житейский опыт человека.

Каждая запись этих жизненно важных сведений, видимо, заложена в особом механизме — сцеплении нервных клеток.



Иначе ее нельзя было бы воспроизвести коротким прикосновением электрода. А он всякий раз с одной точки коры неизменно вызывал все то же воспоминание. И не в любой, а лишь в височной области, остальной мозг безмолвствовал. Разумеется, и он участвует в запоминании, но по-своему.

Передние отделы полушарий заняты обобщением опыта, они итожат приходящие сюда раздражения. Лишь пройдя через эту бухгалтерию, импульс-сигнал становится постоянным долговременной памяти.

Кора височной доли работает в содружестве с теми участками мозга, где идет непрерывная обработка новых впечатлений, она не только запоминает минувшее, но и постоянно оценивает, толкует свежую информацию, подсознательно сравнивает ее с накопленной. Эта своеобразная записная книжка хранит все, что однажды попало в поток сознания. К сожалению, она не всегда выдает справки по первому требованию, зато есть экспериментальное подтверждение ее абсолютной надежности.

Мозг сберегает в полной неприкосновенности даже мало-значительные факты и переживания, здесь ничто не теряется, не проходит бесследно. И если во время нейрохирургических операций удалось пробудить воспоминания о случайных разговорах, мимоходом услышанной песенке, надо думать, более впечатляющие события оставляют в коре полушарий такой же прочный, нестираемый след.

Запись потока сознания идет без пропусков и без изменений, а для верности она дублируется в обеих височных долях. Так что эта записная книжка действительно намного надежнее запоминающих устройств кибернетических машин.

О емкости и говорить нечего: она выражается в астрономических цифрах. Едва ли в мире сыщется сейчас столько электронных ламп и полупроводников, чтобы они могли соперничать хоть с половиной нейронов, собранных в одной человеческой голове. А ведь каждая нервная клетка сама по себе отличное запоминающее устройство. Этот неутомимый накопитель информации с сотнями тысяч входных и выходных каналов, внутренних реле-переключателей, срабатывающих всегда в нужный момент, никак не уподобишь мертвой ячейке электронной памяти.

Спору нет, мозг просматривает свои запасники куда медленнее машин, зато выбор у него гораздо шире, богаче. Человеческая память не скована жесткой логикой вычислительного процесса; гибкая, она ищет нужные сведения не по заданным номерам, а на основе выработанных связей, ассоциаций — словесных, зрительных, музыкальных...

Образ открывает дверь в кладовую памяти. Потому и обзор ее идет не последовательно — полка за полкой, — а бегом, выборочно. Знакомая деталь задержит на миг воображение и тут же начинается осторожное прощупывание, подробный осмотр всего закоулка хранилища. Неудача — и снова поиск, теперь совсем в другом месте, пока не найдется заветное слово, мысль, мелодия...

Такой безадресный выбор информации, как ни странно, оказался намного удобнее и быстрее программированного. Не зря один крупный зарубежный математик признал, что самые лучшие быстродействующие вычислители пока еще часто проигрывают соревнование живой конторской машине — банковскому клерку с картотекой перфокарт.

Однако кибернетическим устройствам предстоит заметить не только счетоводов. Очень скоро они станут посредниками между инженерами, врачами, физиками, будут давать им обстоятельные советы из смежных наук; доктора проконсультируют, скажем, по лабораторным приборам или лекарственной ботанике, инженера — по биотокам, физика — по молекулярной биологии. Тут машине предстоит работа посложнее банковских операций. И нет для нее образца лучше человеческого мозга.

Велик нынче интерес кибернетиков к потаенным механизмам памяти. Ведь понять — значит овладеть. А машина, умеющая сопоставлять, ассоциировать собственные знания, способна на чудо: она даст ответ, не записанный в ее электромагнитных недрах, как бы заново «осмыслит» незнакомое задание, использовав прежний практический опыт. И каждый удачный ответ запомнит, внесет в свой актив — словом, начнет самостоятельное обучение.

Но где же, в какой части мозга искать готовую конструкцию или хотя бы намек на техническую идею?

Было бы резонно в первую очередь подумать о височной доле. Во всяком случае, электродом здесь удалось нащупать

конец той нити, что поможет распутать клубок памяти. Теперь главный вопрос: куда эта нить ведет, где пролегает тропа, проложенная мыслью?

Вероятно, не только в височной коре. Ее можно целиком удалить, а память нисколько не пострадает. Одному больному вместе с опухолью убрали почти всю левую височную долю — он отлично помнил прошлое и недурно разбирался в настоящем. Скажу больше: восемнадцатилетний юноша после полного удаления левого полушария продолжал свободно говорить на трех иностранных языках.

Видимо, в мозге прекрасно отложены компенсаторные механизмы запоминания, они всегда на чеку, всякий миг готовы страховать его от любых случайностей. Но дело не только в них: сам след события пронизывает многие миллионы нервных клеток, он как бы размазан по всей толще коры. Память минувшего хранят нескончаемые цепочки нейронов — своеобразные колебательные контуры нервной системы.

Поэма Пушкина и бином Ньютона, колыбельная и давнишний разговор — весь калейдоскоп жизни непрерывно выковыывает эти нейронные звенья. Каждое новое событие замыкает здесь новый контур. Память бесстрастно регистрирует поток сознания. А он безостановочно течет вперед, оставляя позади себя неистребимые следы в нервных клетках.

Это торный путь, и потому импульс пробегает его без помех. Когда хирург касался электродом височной доли, он, видимо, возбуждал один (всегда один!) из таких контуров — тут же вспыхивало воспоминание. Лента фильма времени проецировала свои кадры на экран человеческого сознания. И пока длилось раздражение, наплывом шли образы минувших дней.

Лента времени всегда в движении, ее нельзя ни остановить, ни запустить с другого конца, даже вызванная из прошлого, она раскручивается последовательно, бежит только вперед и неизменно со скоростью «заснятого» на ней эпизода, «записанной» музыки...

Раздражение височной доли вызвало в памяти больной песню, которую она тут же спела в сопровождении воображаемого оркестра. И сколько бы ни меняли в это время частоту разрядов, наносимых на кору мозга, темп исполнения оставался обычным, мелодия воспроизводилась, как с пластинок. А между тем женщина не имела никаких музыкальных

способностей. Что уж говорить о механизмах записи, работавших в голове юного Моцарта, когда он с первого раза на слух запоминал церковную мессу, чтобы потом дома нота в ноту записать ее...

Да, височная доля хранит много ценной информации, но еще больше неразгаданных тайн. И хоть отсюда действительно начинается нить, где отмечен каждый час бодрствующего мозга, я не рискнул бы уподобить этот участок коры фильмотеке или коллекции магнитофонных дисков. Тут дело наверняка посложней: нить убегает, теряется в бесконечной последовательности нервных клеток, волокон, смычек... Какова же все-таки роль височной коры?

В прямом и переносном смысле — ключевая. Здесь, скорей всего, заложены своеобразные ключи ко входным каналам памяти, механизмы, запускающие «запись», а сама память распределена по огромной массе нервных клеток. Снизанные в единую систему, они не дают импульсу угаснуть, держат его как бы в замкнутом колебательном контуре.

Незатухающий сигнал, циркулируя по этим нейронным кругам, несет в себе частицу информации — след события, отмеченного потоком сознания. А энергию вся система, черпает на месте: мозг держит свои батареи всегда заряженными.

Впрочем, иногда их временно выключают — круто спадают высоковольтные пики электроэнцефалограммы, мозг «садится», как отработанный аккумулятор. И тут нейроны проявляют совершенно замечательное свойство. Лишенные электрической активности, они стойко хранят накопленную информацию.

Вот интересный опыт: хомяка научили быстро выбираться из лабиринта. Потом крепко встряхнули его током — он стал плутать, но спустя недолгое время все же нашел выход.

Почему нашел? — вот загадка. Ведь электрошок разорвал цепи, погасил импульсы в нейронных контурах мозга, и никто заново не обучал животное хождению по лабиринту. Как же сберегло оно приобретенный навык после столь сильной встряски нервной системы?

На такой случай у мозга припасен, верно, более надеж-

ный механизм—молекулярный. Импульсы, бегущие в замкнутых цепях, хранят информацию слишком короткий срок — это оперативная память, а долговременная скрыта в глубине каждого нейрона, отражена в самой его структуре.

Любое событие, образ, навык как бы запечатлевает себя в молекулярном строении нервных клеток. По этим тончайшим внутриклеточным отпечаткам мозг восстанавливает прошлый опыт, картину, некоторые физиологи полагают — мысль.

Как тут не вспомнить великого прозорливца Сеченова, писавшего о следах-отпечатках памяти почти век назад! А ныне, разумеется, на другом научном уровне, к этому взгляду пришло большинство нейрофизиологов. Один из них — чикагский исследователь Джерард — как-то сказал даже, что в основе каждой уродливой мысли лежит химически изуродованная молекула.

Это — рискованное и пока ничем еще не подтвержденное мнение, возможно, даже шутка (не знаю, право, какая молекула легла в ее основу), но в общем-то Джерард прав: физиологи стремятся проникнуть к молекулярным основам психики, они хотят выразить жизнь мозга в ощутимых формах и реакциях, ухватить его ионные механизмы. И когда известный ученый Лайнус Полинг заявил на съезде психиатров, что многие душевные болезни связаны с химическими изменениями в нейронах, возражений не последовало: тому есть веские экспериментальные доказательства.

Одно из первых принес несчастный случай. Швейцарский биохимик Гофман, синтезируя сильный яд — алкалоид спорыньи, внезапно стал бредить; одолеваемый фантастическими видениями, он едва добрался до постели. Но тут его кошмары рассеялись, вернулся рассудок. Заподозрив причину столь короткого безумия в алкалоиде, ученый пошел на риск — он отравился вторично и снова впал в тяжелое психическое состояние.

Проверенные другими врачами, эти опыты привели к бесспорному выводу: есть вещества, способные вызвать у здорового человека болезненный бред, превратить его на несколько часов в настоящего шизофреника.

Гофман подтвердил это довольно оригинальным способом. Он заказал свой портрет, а художнику дал перед работой гомеопатическую дозу препарата спорыньи. Поначалу

сеанс проходил гладко, во всяком случае, оригинал был доволен копией, однако портретист час от часу терял представление о реальном мире; все больше отравляясь, он усложнял рисунок и наконец, когда интоксикация достигла высшей степени, беспорядочно клал на полотно все краски подряд.

Так возникла целая галерея портретов, написанных в состоянии преходящего умопомрачения. Она удивительно напоминала работы известного английского сюрреалиста Луи Вейна — человека с очень тяжелой формой шизофрении. По этому поводу психиатр, сравнивавший картины, заметил, что он, конечно, не считает сюрреализм проявлением душевной болезни, но отравленный, временно безумный художник рисует несомненно в манере настоящего шизофреника.

Я неспроста заговорил о химии нервной клетки, ведь именно здесь, в молекулярной гуще нейрона, идут реакции, снабжающие энергией каждый импульс; здесь в ультрамикроскопических отсеках мозга вершат свой нескончаемый труд алкалоиды, гормоны, ферменты — все материальные, осязаемые участники неуловимого процесса мышления. И это от них в конце концов зависит, с какой силой и скоростью помчатся по каналам связи ответные сигналы мозга, насколько сложен и четок в работе весь аппарат разума.

Так что мозг, хотя и похож в работе на вычислительную машину, отличается от нее не только числом деталей. Это миллиардноклеточное сцепление — механизм особого рода, в его деятельность энергично вмешиваются химические агенты жизни.

Ткань мозга, подобно любой другой, целиком во власти ферментов. Поток сознания вращает жернова разума, но скорость оборотов зависит от этих биологических катализаторов. Не меняя общей схемы нейронов, они то и дело переключают ее блоки, регулируют «накал» нервных клеток, ежесекундно определяют их пропускную способность — руководят всей внутренней жизнью органа мышления. И, видимо, как-то влияют на умственные способности.

Это же неоспоримо, что иные люди хранят в памяти уйму фактов, однако мыслят туго, заторможенно, зато другие, владея скромным запасом сведений, пользуются им с завидной логикой и быстротой. А между тем серого вещества

у всех достаточно. В мозгу гения его не больше, чем у идиота. Порой даже меньше. Мозг Анатоля Франса был почти вдвое легче заурядного. Так что тут дело определенно не в количестве.

В чем же?

Психолог сказал бы: в воспитании, обучении. Врач: во врожденных свойствах, типе нервной системы. Физиолог: в основных связях, возбуждении и торможении коры.

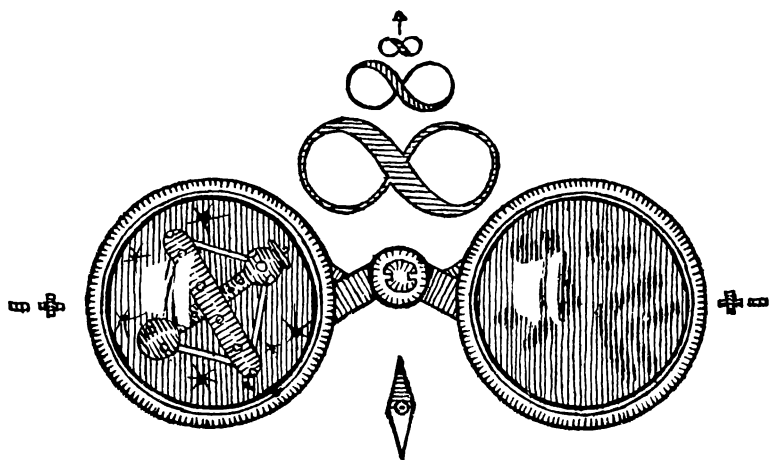
Разумеется! Но все это вместе разве не результат молекулярных сдвигов внутри каждого нейрона?

С этого вопроса и начинается физиология нервной клетки. Не зря же Иван Петрович Павлов назвал ее предвестницей последней ступени в науке о жизни — физиологии «живой» молекулы. Он-то отлично знал: проникнуть к ионным механизмам мозга, понять его электрохимию — значит получить доступ к интимнейшим нервным процессам, активно управлять ими, лечить тяжелые расстройства мышления.

●  
Причудлив и своенравен аппарат мозга. Физиолог и биохимик, психиатр и микроскопист долго разбирались в нем порознь. Кибернетика дала им общий язык, стала чем-то вроде эсперанто биологии. И, главное, щедро одарила ее свежими идеями, фактами, замыслами. Это здесь родился девиз: в науке есть великие, но нет непререкаемых.

Утих шум сенсаций, позади недоуменные вопросы и надуманные дискуссии. Осталось самое дорогое — раскованность мысли. Она привлекает в кибернетику все больше исследователей нового склада: молодая наука всегда наука молодых.

А что может быть сильнее союза молодых и мудрых?



**П**утника даль манит; странствующего по необозримым просторам науки неудержимо влечет к ее горизонту, к черте, где остановилась, замерла самая дерзкая мечта, самая проникающая мысль сомкнулась с Неизвестным.

Что за ним, за этим вечно манящим горизонтом?

Я пошел бы без усталости дальше, чтобы хоть краем глаза увидеть конец пути, свершение всех помыслов и надежд. Но недостижима магическая черта. Чем энергичнее стремиться к ней мысль исследователя, чем ближе кажется ему цель, тем быстрее убегает горизонт, тем шире, загадочнее его дали.

Мечта спешит ему вослед, сквозь тысячи преград пробивается к уходящей цели. Труден ее путь. На нем не расставлены километровые столбы, не указано, сколько осталось до узловых, сколько до конечной остановки: у этой дороги нет конца.

Кончилась лишь моя книга, но поиск, незримое, безостановочное движение мысли не знает границ. И потому я не прощаюсь с вами, читатель, а говорю с надеждой: «До новых встреч на новых рубежах!»



# О Г Л А В Л Е Н И Е

## *Книга первая. НЕОЖИДАННЫЙ МИР*

Долгий путь к истине . . . . .	5
Грозная стихия иммунитета . . . . .	54
Против мятежной ткани . . . . .	66
В недрах живого . . . . .	75
Многоликий наступает . . . . .	90
Доктор и электрон . . . . .	101
Жить не старея! . . . . .	121
Стремительный и неустанный . . . . .	133
Шифр жизни . . . . .	147
Репортаж со дна клетки . . . . .	167

## *Книга вторая. ВОТ ОНА, ЖИЗНЬ!*

В глубь мозга . . . . .	199
Хождение за чудом . . . . .	222
Стратегия жизни . . . . .	258
Память живого . . . . .	292
Мой теплый, мой вечный дом . . . . .	304
Похвала сердцу . . . . .	328
Огонь с неба . . . . .	347
Раскованная мысль . . . . .	358

---

## Д л я с т а р ш е г о в о з р а с т а

*Шварц Анатолий Леонидович*

ДОЛГИЙ ПУТЬ К ИСТИНЕ

Ответственный редактор Г. А. Иванова. Художественный редактор Н. Г. Холодовская. Технический редактор Н. Г. Леканова. Корректоры Л. М. Короткина и Н. А. Сафронова. Сдано в набор 30-III 1967 г. Подписано к печати 15-VIII 1967 г. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печ. л. 25. Усл. печ. л. 23,33. (Уч.-изд. л. 21,88). Тираж 50 000 экз. ТП 1967 № 557. А 01576. Цена 74 коп. на бум. № 2. Издательство «Детская литература». Москва, М. Черкасский пер., 1. Фабрика «Детская книга» № 1 Росглавополиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров РСФСР. Москва, Суховский вал, 49. Заказ № 490.



Цена 74 коп.

