

К. А. ИВАНОВ-МУРОМСКИЙ

НЕЙРО- ЭЛЕКТРОНИКА, МОЗГ, ОРГАНИЗМ



НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ ЛИТЕРАТУРА

К.А.ИВАНОВ-МУРОМСКИЙ

**НЕЙРО-
ЭЛЕКТРОНИКА,
МОЗГ,
ОРГАНИЗМ**

КИЕВ НАУКОВА ДУМКА 1983

Книга знакомит с современными достижениями в области нейрофизиологии, результатами влияния на мозг различных физических (электрический ток, магнитное поле, иглорефлексотерапия) и химических (наркотики, галлюциогенные вещества и т. д.) факторов. В ней рассматриваются некоторые вопросы психотерапии, в частности психическая саморегуляция и гипноз. Излагаются перспективы создания нейроэлектронных систем — систем, в которых обеспечивается совместное функционирование подсистем организма и технических устройств.

Рассчитана на широкий круг читателей.

Ответственный редактор доктор биологических и кандидат технических наук

Ю. Г. АНТОМОНОВ

Рецензенты:

кандидат биологических наук

В. И. МИРУТЕНКО,

Д. К. ЯБЛОНОВСКИЙ

Редакция научно-популярной литературы

И $\frac{2007020000-160}{M221(04)-83}$ 565-83

© Издательство «Наукова думка», 1983

Надобно понять, что такое человек, что такое жизнь, что такое здоровье и как равновесие, согласие стихий его поддерживает, а их раздор его разрушает и губит.

Леонардо да Винчи

ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ

Прежде всего несколько небольших отрывков.

Вот первый:

— Где же ваша радиостанция? — спросила Эльза.

— Вот здесь! — ответил Качинский, с улыбкой показывая на свой лоб.— Наш мозг — наша радиостанция. У нас есть теперь и настоящие усилительные машины, но теперь мы пользуемся ими только для передачи мыслей, так сказать, массового восприятия: новостей дня, лекций, концертов... Мысленно мы передаем не только звуки, но и краски, образы, сцены... Чрезвычайно полезной оказалась мысленная передача в нашей рабочей жизни...

Дело сводится к координированию при помощи мыслепередачи деятельности нервных систем...

Это отрывок из научно-фантастического романа А. Беляева «Властелин мира», опубликованного еще в 1929 году.

Теперь второй:

...Я погубил несколько сот кроликов, прежде чем мне удалось особыми приемами найти в их мозгу одинаковые точки. Но когда эти точки двух кроликов я соединил серебряным проводом, то оказалось, что возбуждение, вызванное пищей в мозгу одного кролика, передалось в мозг другого и вызвало в нем работу целого комплекса «питательных» функций...

Это взято из романа Ю. Долгушина «ГЧ» (генератор чудес), первый вариант которого был напечатан в журнале

«Техника молодежи» непосредственно перед войной, через 10 лет после «Властелина мира».

И наконец:

...Я выкачиваю из человека кровь и лимфу... моя искусственная кровь имеет тот плюс, являясь совершенным проводником электрического тока... Вы не можете понять, как же такой рабочий работает без разума, как эта пустоголовая кукла понимает, что именно ей нужно делать? А радио? Вот мой аппарат, мой «карманный» радиотелеграф...

Она взята из известной научно-фантастической повести Ю. Смолича «Хозяйство доктора Гальванеску», датированной 1928 годом.

Скажут: мало ли что писали и пишут фантасты. С. Лем уже в наши дни предсказывает, что зарубежная фирма будет судиться с существом (даже не скажешь — с человеком), у которого заменены важнейшие органы и одно полушарие головного мозга.

Но надо ли убеждать читателя, что фантастика всегда шла впереди практики, нередко предвосхищая научный прогресс. Стоит только упомянуть имена Жюль Верна, Г. Уэллса, К. Циолковского, А. Толстого. Многие ученые и инженеры формировались под влиянием научной фантастики; она давала толчок их поискам, их пытливой мысли, вдохновляла на научное творчество. Это можно подтвердить многочисленными примерами из истории науки и техники.

Абсолютно прав великий М. Фарадей, заявивший, что наука опережает время, когда ее крылья раскованы фантазией. Разумеется, фантазией небеспочвенной. Мечта К. Э. Циолковского об освоении космоса превращается в действительность. Гиперболоид инженера Гарина, возникший в воображении А. Толстого, превратился в лазер. А в романе англичанина С. Батлера (XIX в.) описывались автоматы, сами себя строившие и усовершенствовавшие, — задача, которую начинают решать только в наши дни.

Так вот, взглянем на век текущий. Сравнительно недавно известный американский физиолог Р. Джерард сказал, что возможный контроль над психикой страшнее, чем угроза ядерной войны.

Вот что опубликовала 20.VIII 1980 г. «Медицинская газета»:

Преступные исследования

Центральное разведывательное управление США ведет разработку средств и методов контроля над деятельностью человеческого мозга.

Об одном из «учреждений», осуществляющих по заданию ЦРУ эти преступные «исследования», рассказал американский

журнал «Коверт экшн». Это мало кому известная компания под названием «Мэнкайнд рисерч анлимитед» (МРА), которая находится на одной из тихих улочек в пригороде Вашингтона — Силвер-Спринге. МРА ведет сама и финансирует научные работы в таких областях, как *биофизика, биокибернетика, психофизика* и т. п. Одна из ее работ в области биокибернетики нацелена на создание приборов, которые будут излучать волны, способные вызвать у человека расстройство нервной системы.

Отделения МРА находятся в семи штатах страны. В городке Маунтин-Вью в штате Калифорния ученые компании испытали «психоакустический передатчик», который распространяет ультразвуковые волны. Действуя на клетки мозга, эти волны полностью «стирают» накопленную ими информацию.

В Майами (штат Флорида) «специалисты» МРА изучают психологическое и биологическое воздействие магнитного поля на мозг человека. В Вашингтоне они разрабатывают методы контроля за деятельностью мозга при помощи электронных приборов и фармакологических веществ.

Под покровительством ЦРУ работают «лаборатории исследования мозга» в госпитале города Сан-Диего, а также в Колумбийском, Станфордском и Нью-Йоркском университетах.

Сейчас зарубежные ученые, прежде всего в США, посягают с идеей «модификации поведения», то есть искусственного изменения психического состояния с помощью химических веществ, электрической энергии, «психохирургии».

Известно о скандальных операциях ЦРУ, проводившихся в широких масштабах над заключенными и военнослужащими.

Так, 28 ноября 1953 г. вольнонаемный служащий Пентагона Фрэнк Олсон выбросился из окна с десятого этажа нью-йоркского отеля «Статлер-Хилтон». Обстоятельства и причины этого самоубийства держались в строжайшем секрете 22 года, и только после того, как появился доклад комиссии Рокфеллера о деятельности ЦРУ и некоторые факты из него просочились в печать, стала известна его истинная подоплека. Ф. Олсон оказался жертвой так называемого проекта «МК-ультра» — одного из самых секретных в истории американской разведки, предусматривавшего эксперименты над человеческой психикой с применением наркотиков, гипноза, различных электронных стимуляторов¹.

В недавно вышедшей в США книге «Операция — контроль над сознанием» ее автор У. Боуард пишет: «Более 35 лет ЦРУ ведет секретные работы, чтобы добиться контроля над человеческим мозгом, памятью, волей. Никем не сосчитанные миллионы долларов ушли на субсидирование работ специальных лабораторий ЦРУ и его субподрядчи-

¹ См. подробнее: *Яковлев Н. Н.* ЦРУ — орудие психологической войны. — М., 1980.

ков — больниц для умалишенных, тюрем и частных институтов. Тысячи ничего не подозревающих американских граждан были использованы в качестве подопытных кроликов». Наркотики, средства гипноза, новейшее электронное оборудование использовались, отмечает Боуард, в таких целях: человек должен был, во-первых, запоминать каждую деталь слышанного или увиденного события; во-вторых, назвать по команде все или отдельные события; в-третьих, «переносить» секретные сведения, заложенные в его мозг, о которых сам не имел никакого представления и которые «открывались» лишь по кодовой команде под гипнозом; в-четвертых, совершать преступные акты без осознания происходящего; в-пятых, осуществлять убийства по команде, которая посылаясь в мозг человека, и т. д.²

Попробуем сбросить сенсационную шелуху, возникшую вокруг проблемы воздействия на человеческую психику, и разобраться в том, чем объективно вообще можно объяснить возникновение этого вопроса?

Наше время столь насыщено нервно-эмоциональным напряжением, что проблема нормализации деятельности мозга, нервной системы в целом стала одной из основных проблем века. Для каждой эпохи характерны свои болезни: средние века — это чума и проказа; Возрождение — сифилис; барокко — сыпной тиф, цинга, подагра, водянка; романтизм — туберкулез; XIX век — неврозы и профессиональные заболевания. Наш век — век сердечно-сосудистых заболеваний, тесно связанных со стрессом, нервно-эмоциональным напряжением. Человечество сейчас поглощает бесконечное множество всяких успокоительных средств. Как заманчиво найти способ влиять на состояние мозга новым мощным и в то же время тактически гибким средством, которое в любой момент можно пустить в ход, и — главное — в любой момент прекратить его действие.

Вот где источник попыток найти эти средства: химическое вещество, которое подобно «магической пуле», о которой мечтал выдающийся немецкий врач, бактериолог и биохимик П. Эрлих, влияло бы на строго определенные структуры мозга; электрический раздражитель, который, воздействуя на центры «удовольствия» и «неудовольствия», вызывал бы направленные поведенческие реакции (страх, ярость, удовольствие, потерю тревоги и т. д.) или спрятанные в глубинах подсознания следы давным давно минувших лет, поток забытых образов.

² Правда, 1979, 26 февр.

Нет сомнения, что средства, могущие «подкорректировать» отклонение от нормы, вызвать полезную поведенческую реакцию, интенсифицировать нашу интеллектуальную или физическую деятельность, весьма полезны. Можно сказать, что уже сейчас мы находимся на пороге эры направленной психосаморегуляции. Ведь когда мы пользуемся новейшими средствами психофармакологии, применяем электросон и электронаркоз (пусть пока еще в несовершенной форме), вживляем электроды в мозг больного дрожательным параличем и, пропуская слабый ток через пораженный очаг, мгновенно прекращаем болезнь — разве это не полезно, не нужно?

Мы пока еще робко нащупываем пути облегчения страданий психически больных. А ведь сколько людей, как отмечает член-корреспондент АН СССР Н. П. Бехтерева, долгие годы бессмысленно находятся в психиатрических диспансерах! Ведь несмотря на колоссальные успехи науки, еще так мало известно о мозге, о взаимодействии его структур, его резервах и путях их использования.

Вот пример. Спортсмену предложили сделать столько приседаний, сколько позволят его силы. После 313 движений он отказался продолжать упражнение. Врачи сказали ему после этого, что, по их мнению, человек средних способностей (речь шла о физическом развитии) может сделать раз в десять больше. И на следующий день спортсмен сделал... 3148 приседаний!

Поистине властелином природы — как собственной, так и внешней — предстает перед нами человек, способный целенаправленно влиять на свой мозг.

Перед человечеством раскрываются поистине необозримые возможности. Ведь хорошо известны случаи, когда направленность психических процессов, их «тонус» делают буквально чудеса. Вероятно, многие читали рассказ О. Генри «Последний лист». Помните: молодая девушка заболевает воспалением легких и внушает себе, что умрет, когда слетит последний листок с плюща, который обвил стену соседнего кирпичного дома. Но сосед, старый художник, движимый состраданием, пишет ночью на этой стене свой шедевр — листок плюща. И когда девушка увидела, что лист даже после бури не упал, жажда жизни помогла ей преодолеть болезнь. А ведь до этого лечивший ее врач говорил, что «когда мой пациент начинает считать кареты в своей похоронной процессии, я скидываю пятьдесят процентов с целебной силы лекарства».

Целенаправленное желание — огромная сила, что особенно ярко выступает у человека нашего общества, которым

руководят не столько инстинкты, заложенные в него от рождения, сколько идеи, воспитанные советским строем. «Повесть о настоящем человеке» Б. Н. Полевого — прекрасное свидетельство этому.

Если бы было можно, например, помогать человеку подавлять отрицательные эмоции, сохранять равновесие нервных процессов — какими возможностями мы обладали бы! Сейчас речь идет только о том, что, так сказать, лежит на поверхности, что представляется вполне реальным в ближайшем будущем.

«...Могущество нашего мозга, его потенциальные возможности очень велики, до сих пор мало используются и, вероятно, даже не полностью разгаданы нами. Вероятно, 99% способностей человека растрчивается попусту; даже сегодня люди, считающие себя культурными и образованными, работают всю жизнь, постигая на мгновение те могущественные, но глубоко скрытые возможности, которыми располагает их разум», — писал американский ученый и фантаст А. Кларк.

Итак, разговор пойдет о возможностях управления мозгом, корректировке его функций. Здесь много неизвестного, спорного, «сколонаучного».

Наверное, многие участвовали в спорах о гипнозе, «проороческих сновидениях», телепатии и других «таинственных» явлениях, различных способах воздействия на психику.

Возможно, некоторые из читающих эти строки помнят, как их везли на каталке в сверкающий чистотой и никелем операционный зал, над ними наклонялся человек в белом и ..., преснувшись после операции, с облегчением понимали, что муки операции далеко позади.

Вот о таких случаях, когда наш мозг спит, бодрствует, творит, о возможных средствах влияния на психическую деятельность и пойдет речь в этой книге.

Разумеется, чтобы написать об этом сколько-нибудь основательно, потребовались бы тома. Читатель должен рассматривать это издание как научно-популярное введение в интересующую его тему.

После славных побед науки над мертвым миром пришел черед разработки и живого мира, а в нем и венца земной природы — деятельности мозга. Задача на этом последнем пункте так невыразимо велика и сложна, что требуются все ресурсы мысли: абсолютная свобода, полная отрешенность шаблонов, какое голько возможно разнообразие точек зрения и способов действия и т. д., чтобы обеспечить успех. Все работники мысли, с какой стороны они не подходили к предмету, все увидят нечто на свою долю, а доли всех рано или поздно сложатся в разрешении величайшей задачи человеческой мысли.

И. П. Павлов

МОЗГ БОДРСТВУЮЩИЙ, МОЗГ СПЯЩИЙ, МОЗГ ТВОРЯЩИЙ

Оживающая статуя

Для того чтобы управлять чем-то, нужно познать объект управления.

В данном случае речь идет о мозге. Что мы знаем о нем?

Двести с лишним лет тому назад было предложено осуществить такой мысленный эксперимент.

Представьте себе стоящую посреди цветущего сада мраморную статую. Камень мертв: статуя не видит буйной зелени вокруг, не слышит трелей соловья, не чувствует, как ее руки касаются листок.

Но вот статуя начинает оживать: один за другим вступают в действие органы чувств, воспринимающие, как мы теперь говорим, информацию об окружающем мире.

Сначала появляется обоняние: статуя уже «знает», что ее окружают цветы — источник тонкого аромата. Но сколько их, какого они цвета, она понять не может.

Затем статуя получает вкус. Она уже «понимает», что цветы, так хорошо пахнущие, несъедобны, а вот яблоко, висящее около головы, вкусно.

Стоит научиться осязать — и оживающий мрамор может многое узнать о себе и окружающих предметах: их форме, величине, расположении, определить их «верх» и «низ».

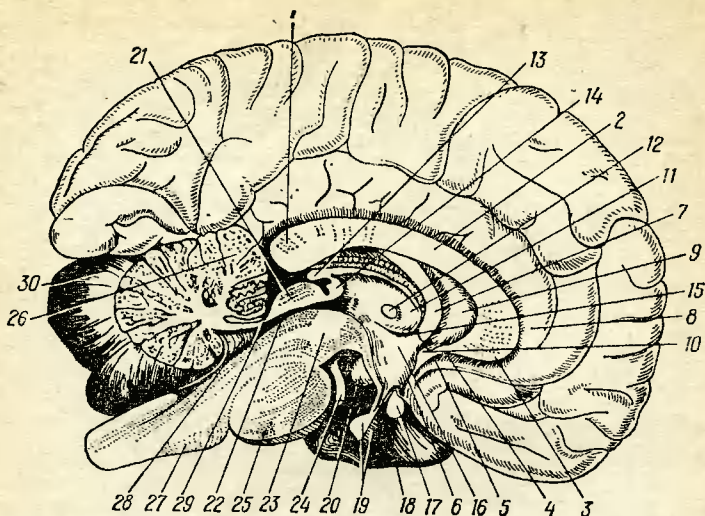


Рис. 1. Средний разрез головного мозга:

1 — валик мозолистого тела; 2 — ствол мозолистого тела; 3 — клюв мозолистого тела; 4 — пластинка клюва; 5 — подмозолистая извилина; 6 — конечная пластинка; 7 — колонка свода; 8 — бороздка мозолистого тела; 9 — прозрачная перегородка; 10 — передняя спайка; 11 — зрительный бугор; 12 — слияние зрительных бугров; 13 — шишковидное тело; 14 — задняя спайка; 15 — подбугорная бороздка; 16 — подбугорье; 17 — перекрест зрительных нервов; 18 — воронка; 19 — гипофиз; 20 — сосцевидное тело; 21 — пластинка крыши; 22 — водопровод мозга; 23 — ножка мозга; 24 — глазодвигательный нерв; 25 — мост; 26 — мозжечок (червь); 27 — продолговатый мозг; 28 — четвертый желудочек; 29 — верхний мозговой парус; 30 — мозжечок (полушарие).

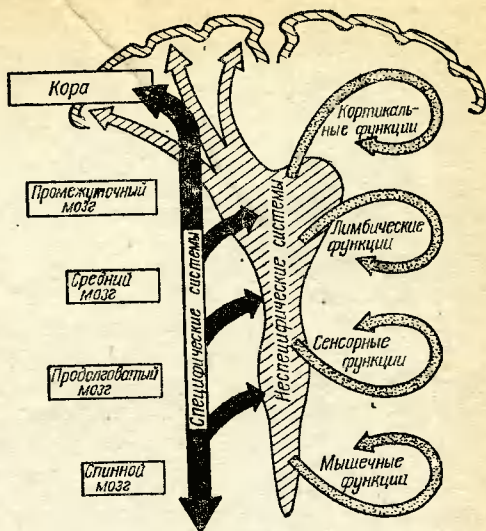
Но вот статуя прозрела и получила возможность слышать. Широко распахнулись ворота, и неведомый мир — сияние солнца, птичий гомон, зеленый наряд деревьев — тысячи ощущений нового, блистающего красками, звучащего мира ворвались в нее.

Так в XVIII веке представлял себе роль органов чувств в человеческой жизни французский философ-просветитель Э. Кондильяк.

Не скоро стала ясной главная ошибка философа — он ничего не сказал о нервной системе. Если у нашей статуи не будет органа, перерабатывающего информацию о внешнем мире, ответственного за превращение ощущений (восприятий) в представления, понятия, она будет напоминать средневековый город, вымерший от чумы: тщетно стучатся гонцы в крепко запертые ворота высоких стен города — он мертв.

Но стоит продолжить мысленный эксперимент французского философа — и все встанет на свое место. Давайте соединим тонкими белыми нитями — нервами — органы чувств

Рис. 2. Схема организации центральной нервной системы (по Р. Галамбосу).



со сравнительно небольшой по объему (у человека — 1,5 кубических дециметра), но очень сложной системой, которая называется головным мозгом (рис. 1).

Когда неспециалист говорит о мозге — он понимает под этим скопление нервных клеток, расположенных внутри черепной коробки. Когда о мозге говорит биокибернетик, то он, прежде всего, отметит, что мозговые структуры предназначены для анализа поступающей в них информации и интегрирования этой информации в форме полезного поведения.

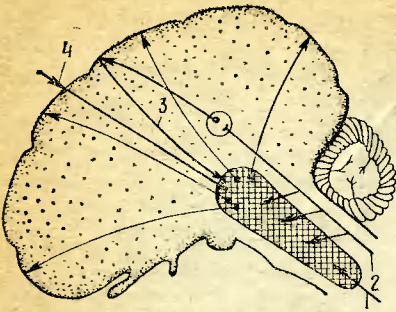
От органов чувств сигналы передаются сначала в предварительные пункты переработки информации — подкорковые образования: зрительные бугры (таламус), коленчатые тела. На пути к ним сигналы проходят по чувствительным путям продолговатого и среднего мозга (четверохолмие) и, пробегая по ответвлениям (коллатералиям), попадают в расположенную в стволе мозга так называемую ретикулярную формацию (РФ) (рис. 2).

РФ — это скопление нервных клеток, переплетающихся между собой в сложную сеть (отсюда и название — от лат. *reticulum* — сеточка), причем не просто сеть из одинаковых элементов. Одна часть формации, возбуждаясь, действует как активатор всех вышележащих 14—15 млрд. нервных клеток коры головного мозга, другая — только отдельных ее участков (рис. 3). Именно в коре скрещиваются сигналы, быстро (за 9 мс) проходящие путь от внешних органов чувств до клеток коры, а несколько позже — через 30—40 тысячных долей секунды — в те же клетки коры поступают импульсы, идущие от ретикулярной формации.

Здесь, в коре, происходит сложный процесс анализа и синтеза, обработки поступившей информации по законам

Рис. 3. Схема взаимосвязей ретикулярной формации и коры больших полушарий:

1 — импульсы, поступающие в ретикулярную формацию по системе промежуточных нейронов спинного мозга; 2 — импульсы, направляющиеся в ретикулярную формацию по коллатеральным длинным чувствительным путям; 3 — импульсы, воспринимаемые ретикулярной формацией после их отражения от структур коры мозга; 4 — импульсы, ведущие в ретикулярную формацию коры в связи с психической деятельностью.



высшей нервной деятельности, установленным И. П. Павловым и его учениками. В результате этого процесса и «появляются» у статуи представления, а затем мысли.

Теперь можно наблюдать, как у статуи —

Теперь можно наблюдать, как у статуи —

...освободиться хочет атом мысли.

Лишь он, добившийся освобожденья,
Становится то бронзовой скульптурой,

То новыми кварталами домов,

То, словно стих, летящею ракетой,

То, как ракета, мчащимся стихом.

(Э. Межелайтис)

Природа создала мозг в процессе эволюции нервной системы на протяжении многих миллионов лет. В ходе этого процесса в головном мозгу все в большей мере сосредоточивалось управление организмом, все яснее вырисовывалась «диктатура» его коры. Толщина ее всего 2,5 мм, а площадь около 2300 см². Но именно в ней хранится огромный запас информации, которую воспринимает человек в течение всей жизни.

Кибернетики измеряют количество информации в специальных двоичных единицах — битах (англ. bit от binary — двоичный и digit — знак). Чтобы представить себе эту единицу, возьмем такой пример. Если вы будете читать без перерыва 12 часов в сутки 50 лет подряд, воспринимая три слова в секунду, то ваш мозг получит информацию в 84 млрд. битов (т. е. $8,4 \cdot 10^9$). Между тем ученые подсчитали, что мозг человека способен накопить и сохранить информацию в 10^{15} — 10^{16} битов, а это в миллионы раз больше, чем «память» наилучших образцов ЭВМ. Кроме того, мозг очень быстро находит информацию, хранящуюся в его «кладовых», неизмеримо превосходя при этом быстродействующие машины.

Очень трудно разобраться в работе нервной системы — начиная с вопросов, которые возникают при изучении одной

первой клетки, и кончая их взаимодействием, интегративной деятельностью, обеспечивающей работу мозга. Тут мы, по словам английского ученого И. Ньютона, напоминаем мальчика, играющего разноцветными ракушками на берегу безбрежного моря, упорно хранящего свои тайны.

Академик П. К. Анохин попросил опытных математиков попытаться оценить количество комбинаций взаимодействия нейронов в целом мозге. Выяснилось, что количество степеней свободы мозга при учете только того, что уже известно о нервных элементах, представляется единицей с таким количеством нулей, что они могут быть нанесены на ленту длиной 9,5 млн. км!

А насколько усложнились наши представления о функционировании самого нейрона! Даже сейчас в учебниках можно найти утверждение, что нервные элементы работают по закону «все или ничего», т. е. либо отвечают на раздражение, либо «молчат» (совсем как триггеры в ЭВМ!). Но оказалось, что все не так-то просто. Биопотенциалы, медленно изменяющиеся по амплитуде и частоте, нельзя сбрасывать со счетов, а это коренным образом меняет всю картину.

Современная ситуация в нейрональной теории очень напоминает 60-е годы нашего столетия, когда обнаружилось, что описание процессов, происходящих в мозге, для которых в 50-х годах достаточно было понятий «иррадиация», «концентрация», «индукция» и т. д., недостаточно, ибо появились новые данные о роли подкорковых структур.

Как это часто бывает в науке, из одной крайности бросились в другую. Теперь уже, по шутливому определению одного из крупных нейрофизиологов, кора стала казаться только «удобным местом для вживления электродов». Вскоре все пришло в норму, и стало ясно: кора и подкорка, циклически взаимодействуя, обеспечивают процесс саморегуляции мозга.

Успехи, достигнутые наукой в изучении мозга, неоспоримы. В прошлое канули времена, когда с горечью говорили, что мозг — это таинственный ящик, куда психология помещает свои проблемы, чтобы создать иллюзию того, что она объяснима, а физиология мозга — это загадочные картинки в учебниках плюс сопровождающие их легенды, подгоняемые к фактам, которые они должны объяснить. Но сколько потребовалось усилий, чтобы учение Сеченова — Павлова о рефлекторной природе высшей нервной деятельности завоевало общее признание! Электрофизиология позволила пролить новый свет на роль подкорковых образований, в частности ретикулярной формации ствола мозга, в деятельности

центральной нервной системы. Микроэлектродная техника дает возможность следить за динамикой процессов в отдельной клетке (нейроне) коры головного мозга.

В результате многолетних исследований не только укрепился взгляд на мозг как центр, регулирующий поведение человека и животных, но и получены данные, которые позволяют строить гипотезы о *методах* функционирования центральной нервной системы. Может показаться странным, что теперь психолог пишет книгу «Мозг как вычислительная машина», а инженеры и математики называют свой сборник «Вычислительная машина и мозг». Однако речь идет о глубокой внутренней аналогии, существующей между организмами, автоматическими и общественно-экономическими системами, которую кратко можно определить так: эти динамические системы сохраняются и устойчиво функционируют вопреки потокам разрушительных и отклоняющих воздействий (энтропий), обрушивающихся на них извне и изнутри, благодаря процессам *управления* и *регулирования*.

Проблемы управления, саморегуляции в живом организме широко обсуждались, исходя из идей кибернетики и прежде всего — принципа обратной связи.

Значение обратной связи в осуществлении нервной деятельности физиологи отмечали еще в прошлом веке. Ч. Белл еще в 1826 г. указывал на наличие «нервного круга» между мозгом и мышцами. Роль центростремительных импульсов в регуляции движений была проанализирована И. М. Сеченовым, Ч. Шеррингтоном, В. Магнусом, а затем И. П. Павловым и Л. А. Орбели.

Анализируя рефлексорные акты, понятие обратной связи систематически применял с 1925 г. немецкий ученый Р. Багнер. Оно было прежде всего использовано для объяснения управления скелетной мускулатурой. Ученый утверждал, что необходимо заменить понятие разомкнутой рефлексорной дуги понятием регуляционного кольца. Ведь принцип кольца является ведущим во всех проявлениях саморегуляции живых организмов и аналогичен обратной связи в автоматах. Большинство регуляционных колец организма принадлежит к тому типу, где сигнал обратной связи пропорционален как величине входного сигнала, так и его первой производной по времени. Р. Багнер отмечал, что последний вид сигналов, очевидно, применяется для процесса экстраполяции. В последнее время ученый указывает на наличие в организме самовозбуждающихся систем с положительной обратной связью, примером которых являются механизмы роста в эмбриогенезе.

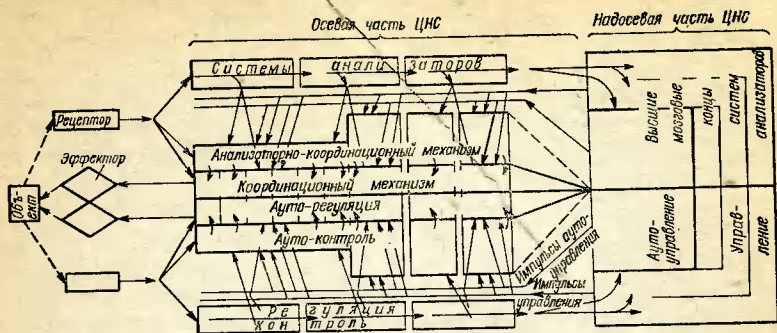


Рис. 4. Общая схема анатомических соотношений и связей центральных нервных образований, посредством которых реализуются функции саморегуляции и регуляции, самоконтроля и контроля, самоуправления и управления (по Г. И. Полякову).

Таким образом, процессы саморегуляции организма, направленные на поддержание устойчивости, сохранение своего состояния (гомеостаза), осуществляются с помощью обратных связей. Структурной основой процессов самоорганизации и саморегуляции служит кольцевая система связей между отдельными звеньями анализаторов (так, как понимал это И. П. Павлов) или подсистемами центральной нервной системы человека и животных.

Саморегуляция как циклическая форма приспособительной деятельности, справедливо замечает советский физиолог К. В. Судаков, с регулируемым конечным приспособительным эффектом включает в себе все общие закономерности кибернетики. Принцип саморегуляции заставляет рассматривать приспособительную деятельность живых существ с принципиально новых позиций системных образований организма.

В последнее время предприняты попытки адекватно отразить сложность биологических систем регулирования. Так, советский исследователь Г. И. Поляков выделяет шесть функций, каждой из которых соответствует свой анатомо-физиологический механизм: регуляция и саморегуляция, контроль и самоконтроль, управление и самоуправление.

К сфере регуляции и саморегуляции относятся системы, обеспечивающие постоянство внутренней среды. Самоконтроль осуществляют аналитико-координационные механизмы типа мозжечка и верхнего двухолмия среднего мозга. Контроль — это влияния, которые системы анализаторов оказывают на самоконтролирующиеся рефлекторные приспособления.

собления. Самоуправление — формы и компоненты поведения, программы которых вырабатываются на протяжении жизни вида (инстинктивные реакции). Наконец, управление — это как «свободное», или произвольное (у человека — сознательное), управление, так и автоматизированное (у человека — бессознательное) управление (рис. 4).

Существует мнение, что процесс саморегуляции можно определить как выражение приспособительной деятельности организма, осуществляемое с помощью прямых и обратных связей между центрами и периферическими аппаратами, направленное на поддержание гомеостаза, распространяемое на деятельность любой подсистемы организма. Это не сводится, как считали до сих пор, к описанию процесса ликвидации последствий возмущающего воздействия и возвращения к «норме», но, прежде всего, определяется как реакция системы на возмущения посредством изменения параметров системы и перехода ее в новое поле действия. Чрезмерно сильные раздражители, вызывающие выход параметров саморегулирующихся систем за пределы физиологической нормы, порождают в рецепторном аппарате импульсацию, превосходящую обычный диапазон возбуждений. Вследствие этого накопление возбуждений в соответствующих рефлекторных центрах ведет к критическому состоянию определенных групп нейронов и их торможению.

На наш взгляд, следует отличать внутреннее уравнивание (термин И. П. Павлова), направленное на сохранение гомеостаза (клеток, органов, подсистем организма), и внешнее, обеспечивающее выбор оптимального поведения. Нас прежде всего интересует первая сторона проблемы, то есть как «гомеостаты мозга» сохраняют функциональный уровень подсистем мозга, необходимый для его нормальной деятельности. Мозг содержит тонкие механизмы саморегуляции своей активности.

Кора больших полушарий, анализируя информацию, поступающую к ней, посылает импульсы в подкорковые образования, изменяя их активность. Именно таким образом поддерживается постоянство внутренней среды в непрерывно меняющихся условиях внешнего и внутреннего мира.

В осуществлении гомеостаза мозга, несомненно, принимают участие как специфическое, так и неспецифические образования, осуществляющие в кольцевом взаимодействии с корой десинхронизирующие или синхронизирующие эффекты (рис. 5).

Обычно процесс саморегуляции связывают с процессом управления с отрицательной обратной связью.

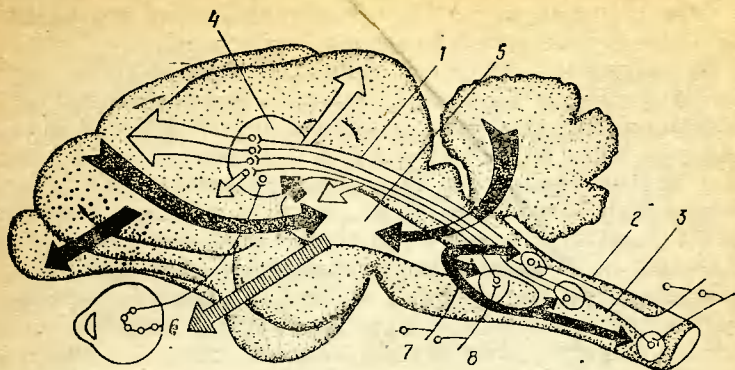


Рис. 5. Функциональное кольцо «кора — ретикулярная формация»:

Черные стрелки — тормозное влияние коры и ретикулярной формации; заштрихованные стрелки — влияние коры и мозжечка на ретикулярную формацию; белые стрелки — передача информации специфическими соматическими путями (1) к коре; 2, 3 — дорзальные и вентральные восходящие пути спинного мозга; 4 — таламус; 5 — ретикулярная формация; 6, 7, 8 — соответствующие пары черепноспинных нервов.

Однако в теории автоматического управления используются два принципа: принцип Ползунова — Уатта (принцип обратной связи, управление по выходной величине) и принцип Понселе (управление по возмущению). Системы, которые сочетают оба принципа управления, называются комбинированными и дают возможность создания наиболее совершенных систем регулирования.

Углубленное исследование процессов саморегуляции органов и систем организма и, прежде всего, головного мозга позволит нам приблизить то время, которое предсказывал И. П. Павлов в своей знаменитой речи «Естествознание и мозг»: «Таким образом, вся жизнь от простейших до сложнейших организмов, включая, конечно, и человека, есть длинный ряд все усложняющихся до высочайшей степени уравниваний внешней среды. Придет время — пусть отдаленное, — когда математический анализ, опираясь на естественнонаучный, охватит величественными формулами уравнений все эти уравнивания, включая в него и самого себя».

Системный подход позволяет определить иерархию уровней организации в природе как единой и целостной системе. С другой стороны, системный подход очень важен при анализе частных явлений, при рассмотрении того, как определенная система входит уже в качестве элемента в более широкую систему явлений.

Это особенно важно при изучении мозга, центральной нервной системы и моделирования ее функций.

Очевидно, что функциональное единство нервной системы определяется взаимозависимостью комплексов нейронов. В таком комплексе, помимо общих законов функционирования, присущих каждому нервному элементу, мы сталкиваемся с закономерностями, характерными именно для данного морфо-физиологического объединения. Функциональные ансамбли, как и условные рефлексы, работают «сходу», так как цель их — обеспечить организму оптимальный вариант поведения. Именно поэтому с биологической точки зрения «упражнение» синапса (или «проторение путей», о чем писали многие) отходит на второй план, поскольку смысл замыкательной деятельности мозга состоит именно в том, что организм зачастую уже с первого совпадения раздражителей обеспечивает себе адаптацию в среде (П. К. Анохин). Это принципиально важное положение.

Мы согласны с утверждением советских ученых Ф. В. Бассина, Н. А. Бернштейна и Л. П. Латаша, что «...функциональная система возникает не просто вследствие появления возможности прохождения импульсов между различными частями мозга. Главным в процессе организации функциональной системы является возможность создания (под влиянием определенной структуры раздражений и взаимодействия этих раздражений с регулирующими мозговыми системами) определенного пространственно-временного распределения возбуждений, обеспечивающего наличие нужной команды у выхода системы на эффекторы».

Электрический мир мозга

Последние десятилетия ознаменовались бурным развитием наук о мозге. Связано это прежде всего с изучением электрической активности образований мозга, что позволило выделить колебания потенциалов от 0,5 в минуту до нескольких десятков в секунду. Сложная мозаика возбужденных пунктов в коре головного мозга, генерирующих биопотенциалы, медленно «переливается», захватывая то одну, то другую площадь.

Вопрос о природе, характере и физиологическом значении биотоков мозга волнует ученых уже почти 100 лет, с тех пор как английский врач Р. Кэтон в 1875 г. и независимо от него В. Я. Данилевский в 1876 г. открыли, что кора мозга является источником электрического тока. Были выделены основные формы электрической активности — фоновая (т. е. возникающая в спокойном состоянии животного, при види-

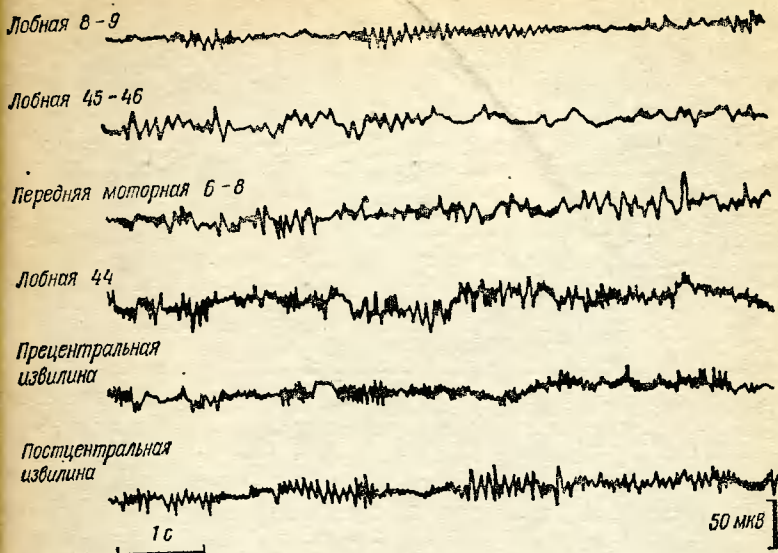


Рис. 6. Типы ритмов ЭЭГ человека.

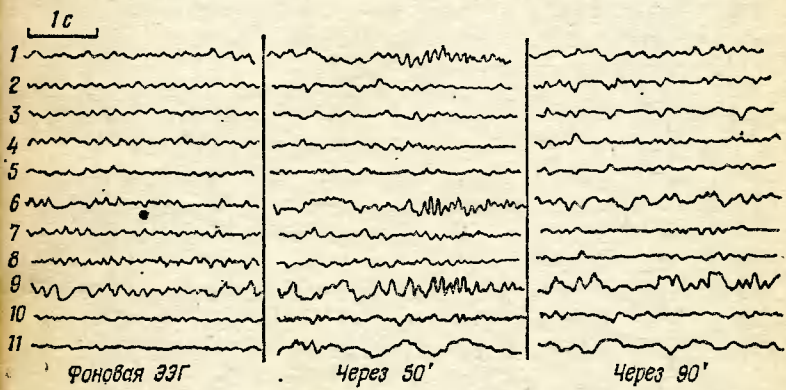


Рис. 7. Электрограммы корковых и подкорковых структур мозга кролика, отводимые от различных образований, при нембуталовом наркозе (по данным лаборатории, руководимой автором этих строк):

- 1 — зрительная область коры; 2 — внешнее колленчатое тело; 3 — ретикулярная формация среднего мозга; 4 — интраламнарные ядра таламуса; 5 — интраламнарные ядра гипоталамуса; 6 — двигательная область коры; 7 — гипокамп; 8 — внутреннее колленчатое тело; 9 — ретикулярное ядро таламуса; 10 — хвостатое ядро; 11 — слуховая область коры,

Таблица 1. Ритмы ЭЭГ

| Название | Частота, кол/с | Амплитуда, мкВ |
|--------------------------------------|----------------------|-------------------|
| Дельта-ритм (δ) | 0,5—4 | 50—500 |
| Тета-ритм (θ) | 5—7 | 10—30 |
| Альфа-ритм (α) | 8—13 | до 100 |
| Сигма-ритм (σ) («веретена») | 13—14 | |
| Бета-ритм (β) | 15—35 | 5—30 |
| Гамма-ритм (γ) | 35—100 | до 15 |
| Сверхмедленные колебания | 7—8 | 0,3—0,8 |
| | 0,5—2/мин 1—8/мин | 0,5—1,5 |

мом отсутствии раздражений рецепторов, проводящих путей и самого мозга) и вызванные потенциалы — электрическая реакция в ответ на раздражение рецепторов.

Отечественные исследователи — И. М. Сеченов, В. Я. Данилевский, Н. Е. Введенский, Б. Ф. Вериго уже в первых своих опытах установили кардинально важный факт: электрическая активность головного мозга имеет ритмический характер. Позднее, в 1913 г., В. В. Правдич-Неминский на собаках, а в 1928 г. немецкий ученый Р. Бергер на людях попытались систематизировать наблюдения над тем, что теперь общепринято называть электроэнцефалограммой (ЭЭГ) — спонтанной активностью, отводимой от кожи головы, и электрокортикограммой (ЭКГ) — биотоки отводятся непосредственно от коры мозга.

В настоящее время общепринято разделять ритмы ЭЭГ взрослого человека (рис. 6) на различные категории (см. табл. 1).

На рис. 7 представлена электроэнцефалограмма коры и электрограммы подкорковых структур мозга кролика, постепенно погружающего в наркотический сон. На ней видны почти все виды ритмов ЭЭГ.

ЭЭГ существенно отличается по своей форме, параметрам и функциональной «нагрузке» от вызванных потенциалов, свидетельствующих о поступлении в кору головного мозга информации.

Вызванные потенциалы делятся на две категории: первичные и вторичные ответы. От рецепторов — внешних и внутренних — импульсы возбуждения попадают по чувствительным путям в основное подкорковое реле — таламус. Из таламуса они направляются в определенные, так называемые проекционные области коры, представляющие собой проек-

Рис. 8. «Представительство» различных частей тела в моторной зоне коры мозга, пропорциональное не анатомическим размерам той или иной части, а тонкости и совершенству выполняемых ею движений. Этот смешной карлик, лежащий в расчлененном виде на поверхности мозга, изображает приблизительные размеры и расположение кортикальных зон, контролирующих соответствующие части тела.



цию на кору соответствующих рецепторов (рис. 8). Современные представления о механизме возникновения первичного ответа стали более сложными: П. К. Анохин и его сотрудники показали, что первичный ответ формируется двумя потоками возбуждения различного подкоркового происхождения.

Вторичные ответы — электрические реакции более сложной конфигурации, чем первичные (представляющие собой двухфазное колебание), возникают позднее (через 30—80 мс) и могут регистрироваться в различных зонах коры.

Таким образом, электрическая активность головного мозга — очень разнообразна. Это и неудивительно — 14—15 млрд. нейронов — кирпичиков мозга участвуют в создании этого сложного узора, или, как говорят, паттерна колебаний. Считают, что одновременно 2000 нейронов генерируют около 16 тыс. импульсов в секунду. Более того, фокусы — центры активности — все время меняют свое расположение на поверхности коры.

Особые приборы — топоскопы, созданные английским ученым Г. Уолтером и электроэнцефалоскопы, разработанные советскими исследователями — физиологом М. Н. Ливановым и инженером В. М. Анапьевым, — позволяют представить динамику биопотенциалов (изменения их частоты и амплитуды) во времени и пространстве при отведении от 25 до 100 точек (рис. 9). На экранах маленьких телевизионных трубок яркость светового пятна меняется в зависимости от амплитуды, а частоты вспышек — от частоты биопотенциалов данной точки. В топоскопе установлено столько осцил-

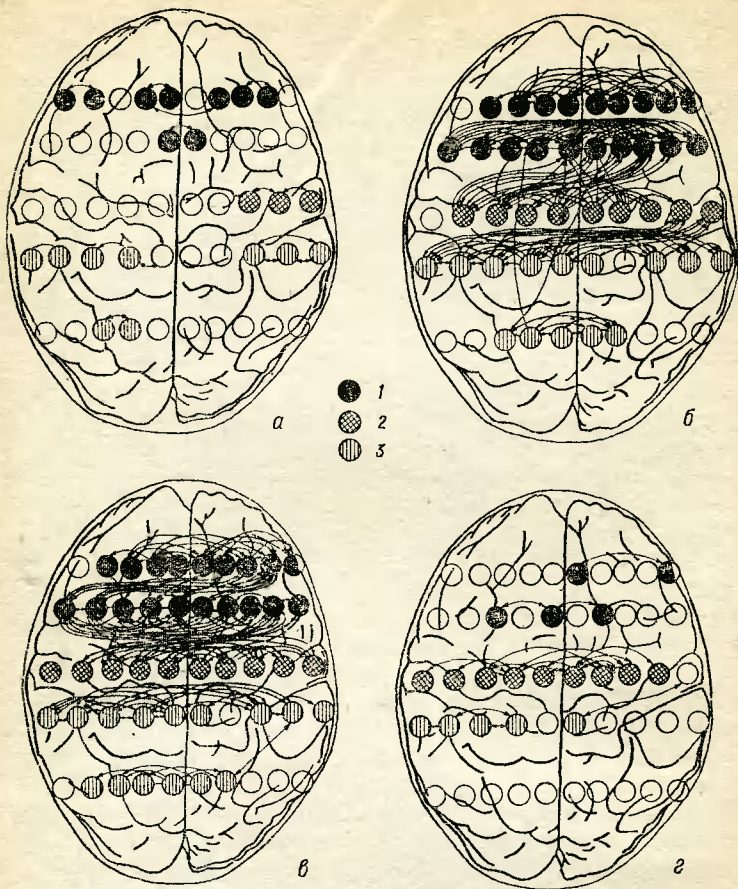


Рис. 9. Временная корреляция биопотенциалов точек коры головного мозга человека во время умственной деятельности (по М. Н. Ливанову, 1976).

Густота линий означает степень связи участков коры.

Кружки — электроды, положение на поверхности головы; 1 — коррелирующие участки в лобной области; 2 — тоже в двигательной области; 3 — тоже в задних отделах коры. Стрелки — наличие высоких корреляций между двумя пунктами коры: а — до предъявления логической задачи; б — через 15 с; в — через 25 с от начала решения; г — после решения задачи.

логграфических трубок и усилителей, сколько исследуется отведений. Электроэнцефалоскоп совершеннее — работает только одна трубка, но луч ее управляется электронным коммутатором, последовательно включающим то или иное отведение.

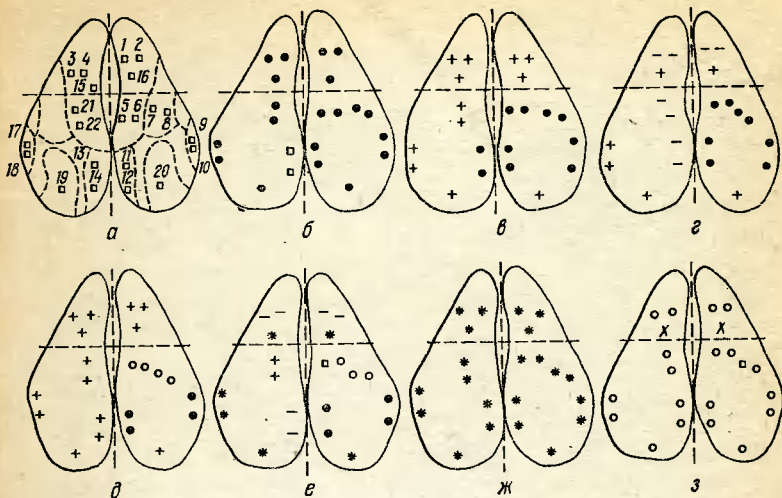


Рис. 10. Изменение активности различных зон коры головного мозга кролика при действии нембутала (по данным лаборатории, руководимой автором этих строк).

Области коры: 1—4, 15—16 — премоторная; 7—8 — сенсорная; 11—14 — лимбическая; 19—20 — зрительная; 10, 17, 18 — слуховая; 5, 6, 21, 22 — моторная. Обозначение состояний: + — синхронизация, — — веретена; * — угасание активности; светлые кружки — слабая синхронизация; темные — периоды «молчания». а — исходное состояние; б — через 1 мин воздействия; в — через 2 мин; г — через 3 мин; д — через 5 мин; е — через 7 мин; ж — через 9 мин; з — через 20 мин.

Анализ активности мозга с помощью таких приборов показал, что при деятельности мозга все время происходит передвижение «центра тяжести» активности — «переливы», соответственно формулировке М. Н. Ливанова.

Оказалось, что фокусы активности изменяются даже и при наступлении наркотического сна. Это явление было открыто в последние годы в лаборатории отдела нейробионики Института кибернетики АН УССР, возглавляемой автором этих строк. Кроликам вживляли в кору мозга до 35 электродов. Затем животных подвергали наркотизированию и записывали биопотенциалы, отводя их последовательно на усилители многоканального электроэнцефалографа. Мы увидели неожиданное зрелище (неожиданное потому, что считалось: наркоз — это торможение, угасание активности, которое разливается по коре и спускается на подкорковые структуры): учащение ритмики и снижение амплитуды в ряде точек коры, десинхронизация сменялась синхронизацией (замедлением колебаний, зачастую сопровождающимся увеличением

амплитуды); синхронизация сменялась угасанием ритмики, но могла смениться и десинхронизацией (рис. 10).

Невольно вспоминались слова английского физиолога Ч. Шеррингтона: «...Это подобно Млечному пути, вышедшему в круг танцующего космоса. Мгновенно он почти весь превращается в сказочный станок, в котором миллионы светящихся челонок ткut мимолетный, всегда полный смысла, но всегда не постоянный узор; все время изменяющаяся гармония дивных узоров».

Мы употребили здесь термины «десинхронизация» и «синхронизация». Сейчас общепринято считать, что переход основной ритмики к более частому ритму соответствует охвату нервных клеток процессом возбуждения; медленные же потенциалы свидетельствуют о торможении (точнее, как показали советский исследователь А. Б. Коган и его ученики, — протекании возбудительных процессов, могущих вызвать торможение). Собственно, термин «десинхронизация» прежде всего означал реакцию депрессии сравнительно медленных колебаний типа альфа-ритма и смену их высокочастотными низкоамплитудными колебаниями. Синонимом этого термина есть «реакция пробуждения», или «реакция активации». В последние годы выяснили, что эта реакция во многом зависит от деятельности РФ.

Определенные ритмы несут определенную физиологическую нагрузку. Г. Уолтер указывает, что альфа-ритм связан с образом, возникающим в мозгу; бета-ритм — с состоянием напряжения, беспокойства; прекращение ощущения удовольствия вызывает тета-ритм. Медленные ритмы, в частности дельта-активность, охраняют мозг. Если появляются раздражители, грозящие мозгу серьезным нарушением его деятельности, то медленные ритмы, вовлекая нейроны в «холостой ход», охраняют тонкий механизм.

Поскольку сон связывается с появлением медленных, высокоамплитудных колебаний, то Г. Уолтер считает, что сон является наследием далекого прошлого, когда с наступлением ночи человек испытывал потребность устраниваться от активной борьбы. Ученый приводит остроумную аналогию. В ряде конструкций теперь есть устройство, которое останавливает машину в том случае, когда человек теряет над ней контроль и это может привести к катастрофе. Образно это устройство называют «ручкой мертвеца». Можно ожидать, отмечает Г. Уолтер, что в таком сложном и точно уравновешенном механизме, как живой мозг, найдется если

не «ручка мертвеца», то по крайней мере «кнопка спящего»¹.

Вообще же английский исследователь считает, что регулярные ритмы отражают процесс «охоты за информацией»: ритмичность — признак непрерывного поиска, ее прекращение — конец поиска.

Таким образом, одновременная работа многих клеток — полезный процесс для мозга. Пожалуй, один из немногих случаев, когда «круговая порука» — это хорошо. Кстати, выражение имеет здесь почти буквальный смысл: движение возбуждения происходит по круговым путям.

Однако есть способы разрушить эту «круговую поруку». Одним из них является мелькающий свет. Если раздражать сетчатку глаза вспышками света, то очень скоро можно подобрать такую частоту мельканий, когда основная (доминирующая) ритмика биотоков мозга будет следовать за ритмом раздражения. Происходит уже знакомое нам «усвоение ритма».

Но вот что любопытно: при определенных частотах (это особенно ярко проявляется тогда, когда фотостимулятор управляется по обратной связи самими биотоками мозга) у половины здоровых людей воздействие вспышек вызывает электрическую реакцию, очень похожую на «взрывы» эпилептической активности, а у тех, у кого эта болезнь «дремлет», — настоящий эпилептический припадок. Методика «автостимуляции» в ритме колебаний огибающей альфа-ритма у испытуемых обнаруживает ритмически протекающие (период около 1 минуты) колебания возбудимости коры головного мозга. Считают, что эти колебания представляют собой автоколебательный процесс, связанный с регуляцией потока информации, идущей к мозгу. Мозг пытается стабилизировать текущее функциональное состояние посредством оптимизации импульсации, стекающейся к мозгу.

Эти представления совпадают с нашими идеями о саморегуляции коры головного мозга, развиваемыми на протяжении последнего десятилетия. В частности, математический анализ электрических ответов мозга как яв ритмическую

¹ Эта точка зрения в определенной степени совпадает с нашей. В книжке «Спящий мозг» (1964, 1966) мы указывали, что утомление, ведущее к нарушению стратегии отбора информации, к расхождению между программой, заложенной в мозгу, и образом действия, ведет к торможению, сну. Однако данные последних лет не позволяют связывать сон только с медленными ритмами. Известно, что этот «медленный» сон время от времени прерывается фазой «быстрого», или «парадоксального», сна, когда в ЭЭГ регистрируется десинхронизация. Об этом мы поговорим подробнее далее.

стимуляцию, так и на одиночные вспышки света показал наличие отрицательной обратной связи между корой и подкорковыми образованиями². П. В. Бундзен также отводит большую роль в процессах саморегуляции головного мозга так называемым неспецифическим структурам.

Познакомимся с этим вопросом глубже, тем более, что это знакомство необходимо и для понимания происхождения электрической активности мозга.

Регулятор в глубине мозга

Открытие роли неспецифических структур, в частности РФ, в функционировании мозга вызвало среди ученых настоящую «ретикулярную лихорадку» — нечто вроде лихорадок, охватывающих золотоискателей. Пройдет немного времени, и Джек Лондон от физиологии, наверное, найдет яркие краски для описания этого периода в науке.

До сих пор было известно, что сигналы внешнего мира, попадая в органы чувств, кодируются и с помощью электрических импульсов в течение 9 мс передаются по нервным проводникам через подкорковые образования, где происходит предварительная обработка информации, в кору мозга, где подвергаются анализу и синтезу. Теперь установлено, что в глубине мозга сигналы, проходящие по основным проводникам и их ответвлениям, попадают в скопление нервных клеток ствола мозга, которые переплетены между собой в сложную сеть, — РФ, откуда через 30—40 мс поступают в кору. При этом РФ оказывает дополнительное влияние на кору, мобилизуя активность того или иного отдела мозга.

Зарубежные ученые до последнего времени считали, что РФ играет роль такого неумолимого надсмотрщика, который принуждает к деятельности «бедных родственников» — клетки коры. Сейчас уже очевидно, что рассматривать РФ как основной механизм активности коры неправильно. Рациональнее исходить из сравнения, предложенного советскими физиологами Э. А. Асратяном и П. В. Симоновым. Кору мозга они уподобляют экрану телевизора. По чувствительным путям к экрану-коре идут сигналы, создающие изображение. Одновременно импульсация РФ регулирует ясность изображения и громкость звука.

Итак, нет сомнения в том, что прежде всего в коре головного мозга сосредоточена сложнейшая условнорефлекторная деятельность; можно сказать, что благодаря коре человек обладает сознанием, мыслит.

² См. подробнее монографию: *Иванов-Муромский К. А. Саморегуляция мозга.* — Киев, 1971.

Кора и подкорковые образования связаны прямыми и обратными связями в единое целое: влияние, идущее от подкорки к коре, имеет огромное значение для поддержания тонуса, работоспособности коры, но и кора в зависимости от оценки сигналов, приходящих в нее, может тормозить или возбуждать подкорковые структуры мозга.

Многое становится ясным при оценке «регулирующей» роли РФ с позиций кибернетики. Один из основных законов кибернетики гласит: мощность системы как регулятора не может превосходить пропускную способность ее как канала связи. Иначе говоря, система (в теории информации — это организованное целое, состоящее из взаимосвязанных частей) окажется «на высоте» как регулятор другой системы в том случае, если сможет пропустить достаточно большое количество разнообразных импульсов, несущих управляющую информацию.

Если с этой точки зрения сравнить кору и РФ, преимущества первой как регулятора будут несомненными. Прежде всего, по возможности сохранять специфичность, разнообразие поступающих импульсов РФ намного уступает ведущим к коре чувствительным путям и самой коре: РФ пропускает значительно меньшую частоту импульсов, обладает меньшей функциональной подвижностью, или, как говорят физиологи, лабильностью. Вот тут-то мы и сталкиваемся с одним из краеугольных камней кибернетики — с понятием, заимствованным из теории автоматического регулирования, — понятием о саморегуляции, понятием обратной связи.

Уяснив это, можно понять физиологов, которые утверждают, что реакция десинхронизации, или пробуждения, связана прежде всего с деятельностью активизирующих структур мозга, что конфигурация, параметры вызванных ответов зависят от взаимного действия неспецифических и специфических систем мозга и, наконец, что происхождение электрической активности мозга тесно связано с активизирующими и дезактивирующими структурами подкорки.

Рождение электрических ритмов

Общепринятой гипотезы механизма генерации электрических ритмов головного мозга до сих пор не существует. Остановимся на теории советского ученого В. С. Русинова, который считает, что есть еще и переходная форма между бегущими импульсами и местным возбуждением — распространяющееся местное возбуждение.

Исходя из этих посылок, ученый рассматривает альфа-ритм как отражение распространения местного возбуждения нейрона или группы нейронов на другие, имеющие одинаковую текущую лабильность, или, как говорят, изолабильность. Распространение идет по нейронным круговым цепям. Бета- и гамма-волны рассматриваются как местное возбуждение, распространяющееся по более дробной группе нейронов, чем та, которая требуется для генерации альфа-волн.

В итоге ЭЭГ предстает как результат трех форм связи между нейронами: распространяющегося местного возбуждения, бегущих волн (импульсов) и длительных электротонических влияний (потенциалов). Последние играют значительную роль в установлении изолабильности нейронов.

Корковая ритмика тесно связана с функциональным состоянием подкорковых структур. Результаты, полученные в последние годы школой П. К. Анохина относительно «возвратной активности» (циркуляции импульсов по маршруту кора — подкорка — кора) как составляющей медленной активности коры, а также данные украинского ученого Ф. Н. Серкова и его сотрудников о роли системы «промежуточный мозг — кора» в происхождении альфа-подобной активности у животных подтверждают это.

Можно сказать, что правильна гипотеза советского электрофизиолога Г. Д. Смирнова, который считает: потенциалы фоновой ритмики характеризуют функциональную готовность коры (во многом зависящую от восходящих неспецифических систем) и вместе с тем отражают электротоническое взаимодействие нейронов и их «популяций», создаваемое самими потенциалами.

Современные электрофизиологи сейчас приходят к убеждению, что среди нейронов коры есть такие, которые под воздействием идущей к ним импульсации являются генераторами фоновой активности, или, как говорят, «пейсмейкерами», — водителями ритма, «задающими топ» деятельности других клеток.

Не нужно думать, что ЭЭГ представляют собой просто сумму деятельности нейронов, «идущих в ногу». Дело обстоит гораздо сложнее. Однако можно предполагать, что каждый нейрон склонен изменять свою ритмику, подстраиваясь на определенное время к ритмике других. В лаборатории американского физиолога У. Р. Эйди выявлена общая зависимость между частотами внутриклеточных колебаний и ЭЭГ.

Советский физиолог М. Н. Ливанов и его сотрудники считают, что в основе консолидации нейронов головного мозга лежат процессы синхронных медленных ритмических изменений потенциалов.

А. Б. Коган и его сотрудники показали, что « мозаичная сеть » возбужденных и заторможенных нейронов коры мозга существует всего 40—50 мс, а затем исчезает; в нервной сети стирается возникший функциональный узор, и функциональная система готова к новым восприятиям.

Окончательного решения загадки происхождения мозговых ритмов еще нет. Справедливо заметил Г. Уолтер, что исследования электрических процессов мозга достигли той стадии, на которой частоты букв указывают, что шифр может быть понят и что способ группировки букв существен. Но это не обычный код, где информация выражается последовательностью элементов кода во времени. Речь идет о пространственно-временном коде, а это намного затрудняет труд дешифровщиков.

**Мозг —
моделирующая
установка**

Но время не ждет, оно постоянно подгоняет исследователя — ведь от понимания биологической значимости ритмов мозга зависит понимание механизмов его деятельности, в частности одного из главных процессов — процесса моделирования внешней и внутренней среды. Мысль о том, что мозг представляет собой своеобразную моделирующую установку, высказал еще задолго до официального рождения кибернетики русский физик-теоретик Н. А. Умов, который первым в начале века писал, что нашим уделом является создание картин, панорам, фигур, образов, построение мысленных моделей существующего внутри и вне нас мира. Он, предвидя основной принцип кибернетики об аналогии между информационными процессами, которые могут протекать в мозгу и в автоматах, прозорливо заметил: «...Распространенное мнение о неизмеримой пропасти, отделяющей живое и неживое в природе, не отвечает истине...»

Действительно, в мозгу все время идет процесс моделирования, описание поведения и строения отражаемого объекта. Таким образом, моделирование в живом организме — выражение процесса отражения, общего свойства материи. Однако процесс моделирования осуществляется не путем пассивного отражения, а в ходе ориентировочно-поисковой деятельности, при активном отборе информации.

Конечно, не нужно думать, что модель окружающего мира в мозгу — это некая уменьшенная копия, скажем, вроде утеса, заснятого на киноплёнку. В коре мозга благодаря возникновению динамических структур — функциональных объединений огромного количества нервных элементов и циркуляции по ним информации — происходит создание моделей мира. Эти модели складываются или затормаживаются в результате циркуляции информации не только в коре, но прежде всего в системе «периферия — центр».

Это положение вытекает из представлений И. М. Сеченова о роли мышцы в познании. Суть его мысли была блестяще выражена русским физиологом А. И. Самойловым: «...Мышца сделала животное животным, мышца сделала человека человеком. Но сами мышцы не только рабочие органы: мышца является также органом чувств, мышечное чувство есть, по Сеченову, анализатором времени и пространства, мышечное чувство воспитало другие органы, и сама центральная нервная система, этот высший распределительный орган, распоряжается, в конце концов, на основе тех категорий, которые в нем создавались и составлялись из элементов, посеянных мышечным чувством».

Проиллюстрируем роль мышечного чувства для зрения. Известно, что совершенно неподвижный взгляд — слепое неподвижное изображение на сетчатке глаза уже через несколько секунд перестаёт восприниматься сознанием. Без сигналов от мышц глаза нельзя было бы определить расстояние до предмета, его контуры.

Другой пример. Психологи давно задумывались над процессом восприятия звуков различной частоты — процессом, в частности, лежащем в основе понимания музыки. Оказывается, как это показал советский учёный А. Н. Леонтьев, при восприятии звука мы моделируем его, т. е. часто незаметно для себя внутренне пропеваем звук.

Известно, что невидимые внешне, скрытые речедвигательные реакции («внутренняя речь») — механизм, с помощью которого осуществляется присущее человеку мышление.

Таким образом, именно участие движения обеспечивает предметность восприятия и ощущения, является одним из необходимых условий того, чтобы эти явления стали психическими.

Таким образом, кибернетика, по словам советского учёного В. М. Глушкова, рассматривает мозг человека как универсальный инструмент «динамического информационного моделирования».

Сейчас нельзя еще дать описание этого процесса в полном виде. Не вызывает сомнений, что в информационном плане любые формы человеческого мышления принципиально могут моделироваться кибернетическими системами. В этом нет «посягательства» на специфику человеческой психики, человеческого сознания; речь идет о воспроизведении в виде программы для ЭВМ информационной стороны деятельности мозга.

Идет большая работа по моделированию познавательных процессов (памяти, мышления, восприятия), целенаправленной деятельности (учебной, игровой, творческой), проявлений личности (эмоций, мотиваций).

Догадка Н. Винера

Многое в работе мозга еще загадочно. Одно ясно: большое значение в создании внутримозговых моделей и их воспроизведении играет так называемый процесс сканирования (от англ. scan — поле зрения).

Догадку о процессе сканирования высказал Норберт Винер. Во втором издании своей знаменитой «Кибернетики», вышедшей в 1961 г., в новой главе «Мозговые волны и самоорганизующиеся системы» знаменитый ученый описывает результаты математического анализа электроэнцефалограмм человека. Построив спектр частот, ученый обратил внимание, что в районе 9,05 Гц наблюдается резкое падение мощности. Он предположил, что мы здесь сталкиваемся с механизмом стробирования, или временной селекции (это означает, что устройство реагирует на сигналы только в определенный временной промежуток).

Зачем это нужно? Считают, что в нейроне возбуждение или торможение должно происходить благодаря комбинации импульсов в определенный отрезок времени. Вот здесь-то и нужен этот стробирующий механизм, позволяющий комбинировать сообщения.

Если считать, что в зрительном нерве 1 млн. волокон, а рефлекторный период равен 10 мс, то он может передать 10^6 сигналов за 0,01 с. Если бы каждый из этих сигналов регистрировался отдельным нейроном, то через 100 с все клетки коры были бы «заняты». Значит, по пути к мозгу информация должна «сжиматься», перекодироваться, селективироваться. Для этого и используется, как предполагал Н. Винер, альфа-ритм. Ученый считал, что не существует специального устройства, генерирующего альфа-ритм; он предполагал синхронизацию мозговых генераторов — точно так же, как синхронизируются частоты генераторов пере-

менного тока, параллельно включенные в сеть. В результате нелинейного взаимодействия, вызывающего «притяжение» частот, создается, по мнению Н. Винера, самоорганизующая система мозга.

Это можно проиллюстрировать таким примером. Если на горизонтальную ось подвесить на пружинках одинаковые шарики и заставить их качаться, то через некоторое время они будут совершать колебания с одинаковой частотой.

Стробирование имеет место в нервной системе, отмечал Н. Винер, хотя бы потому, что мозг отвечает на сигналы не в любой момент времени. По экспериментальным данным, полученным в Калифорнийском университете, центральная нервная система может воспринимать зрительные раздражения лишь каждую 0,1 с, а импульсы от нее к исполнительным приборам могут проходить тоже только в течение 0,1 с. Многозначительное совпадение!

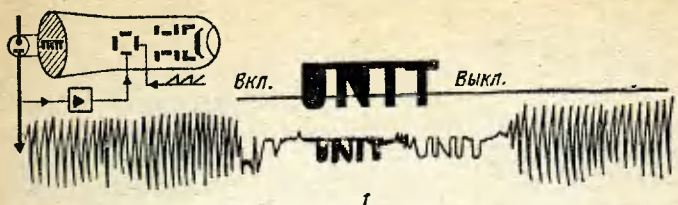
Во многих экспериментальных работах подчеркивается значение альфа-ритма как показателя скорости завершения цикла возбуждения в цепи нейронов мозга. Даже в условиях нерегулярной активности, характеризующей реакцию пробуждения, или десинхронизации, сохраняется своеобразная «канва», обеспечивающая готовность к реализации действия и выраженная правильным альфа-ритмом. Исследования мышечных движений позволили советским ученым прийти к заключению, что альфа-ритм является временным параметром, с которым связан такт деятельности центральных нервных аппаратов, управляющих движением.

Более того, известно, что мозг не в состоянии обработать большие порции информации. Считают, что процесс мышления состоит из ряда элементарных актов. Советский исследователь Г. И. Поляков пришел к выводу, что мысль «работает» со скоростью 10 операций в секунду³.

Электроэнцефалографические исследования натолкнули ученых на мысль (ее высказали впервые англичанин Г. Уолтер и американец У. Мак-Каллок), что при восприятии какого-либо изображения происходит своеобразное сканирование, считывание изображения, подобно тому как в телевидении пространственная картина превращается во временную последовательность импульсов передачи. Решающую роль в этом процессе играет альфа-ритм.

Г. Уолтер иллюстрирует это следующей схемой (рис. 11). Осциллографическая трубка, фотоэлемент и усилитель

³ Ряд обстоятельств, обсуждение которых выходит за рамки этой книги, заставляет нас предполагать, что в процессе временной селекции участвуют и другие, более медленные ритмы.



1



2

Рис. 11. Схема технического сканирующего устройства (1) и запись альфа-ритмов здорового человека (2) (по Г. Уолтеру).

соединены обратной связью. Светлое пятно на экране трубки, возникающее при ее работе, воспринимается фотоэлементом; ток этого прибора усиливается и подается на пластины осциллографа, отклоняя пятно. Это отклонение ведет к снижению тока в фотоэлементе, и пятно движется к исходной позиции. Таким образом пятно начинает колебаться. Но если поместить непрозрачный предмет на пути световых лучей, идущих от пятна в фотоэлемент, то пятно начнет огибать профиль этого предмета, сканировать его. Г. Уолтер предполагает, что экран трубки аналогичен проекционной области коры, электронный луч и пятно света — электрической активности коры мозга.

Очевидно, правы исследователи, считающие, что колебательные явления и цикличность лежат в основе механизма хранения информации и преобразования временной последовательности в пространственную картину (и наоборот) и по существу — в основе начального этапа запоминания.

Код мозга

Исследования электрической активности мозга человека с помощью вживленных электродов, проводимые в нашей стране под руководством Н. П. Бехтеревой, еще раз подтвердили, что ЭЭГ не только отражает то, что происходит в мозгу, но и определяет его текущее функциональное состояние, обеспечивает функцио-

нальный уровень, оптимальный для протекания любой данной деятельности.

Крупным открытием явились работы Н. П. Бехтеревой в области расшифровки «нервного кода», импульсного кода нервных явлений психических явлений. Выявление пространственно-временного кода позволило фиксировать появление в мозгу человека нейрофизиологических коррелятов слова еще до его произнесения человеком, т. е. возникновение определенного рисунка (паттерна) биоэлектрической активности. Создается возможность распознавать слова, «произносимые» мысленно. С помощью ЭВМ (аналоговых и цифровых) можно выделить определенные виды паттернов для различных звуков, исследовать, как мозг человека кодирует слова, простейшие логические операции, т. е. сугубо человеческую информацию. На наших глазах реализуется предвидение И. П. Павлова о возможности нанесения «психологического узора на физиологическую канву», нахождения реальной материальной основы психических явлений.

Н. П. Бехтерева пишет: «Полученные непосредственно в исследованиях на человеке (биоэлектрический код) и косвенные (его динамика в связи с базисом долгосрочной памяти) данные позволяют уже построить примерную схему кодирования и декодирования словесных сигналов в головном мозгу человека» (рис. 12).

Согласно этой схеме, первоначальное кодирование слов осуществляется по законам кодирования сложных звуковых (акустических) сигналов и является независимым от смыслового содержания этих слов. Возникший акустический код адресуется затем к долгосрочной памяти, накопленной в результате индивидуального опыта человека, активизирует ее или формирует при отсутствии соответствующего базиса. На уровне акустического кодирования, в зависимости от ряда дополнительных факторов (эмоциональная окраска ситуации, другие побудительные мотивы и т. д.), возможен предварительный отбор, «фильтрация» информации. Активация долгосрочной памяти приводит к формированию в мозгу новой оперативной единицы — смыслового кода, могущего служить основой уже других, значительно более сложных психологических процессов. При необходимости словесной реализации психического процесса в мозгу формируется управляющий код. При отсутствии соответствующего базиса в долгосрочной памяти функции управляющего кода может нести и первичный акустический код, сфор-

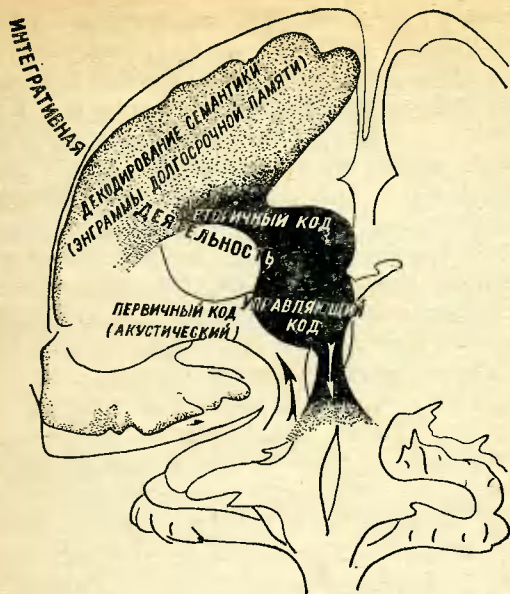


Рис. 12. Схема кодирования и декодирования словесных сигналов в головном мозгу человека (по Н. П. Бехтеревой).

мировавшийся в мозгу при предъявлении неизвестного слова».

Н. П. Бехтерева и ее сотрудники убедительно доказали, что эмоциональные реакции связаны со сдвигами в определенных структурах мозга медленных электрических процессов, в основном постоянного потенциала (ПП). Вызванный искусственный сдвиг постоянного потенциала приводит к развитию эмоциональной реакции.

Остановимся на медленных электрических потенциалах коры большого мозга — биоэлектрических процессах длительностью обычно больше дельта-волны в ЭЭГ (свыше 1 с). Они являются выражением стационарного возбуждения (см. выше). По мнению В. С. Русинова, очаги стационарного возбуждения — это нормальные факторы работы центральной нервной системы. Значительные изменения ПП коры происходят при замыкании временной связи (амплитуда в несколько сот микровольт, продолжительность — от нескольких до десятков секунд при выработке условного оборонительного рефлекса на свет). По мере укрепления временной связи сдвиги потенциала теряют диффузный характер.

Изменение ПП определяет образование доминанты — господствующего в данный момент рефлекса, точнее — временно доминирующей рефлекторной системы, которая направляет работу нервных центров в данный момент.

В. С. Русинов дает такое определение: «Доминанта есть одна из форм деятельности очагов возбуждения, когда происходит установка очага на определенный уровень стационарного возбуждения, способствующего суммированию поступающих в нервную систему возбуждений, и на оптимальный для данных условий ритм работы, когда на внешний стимул отвечает преимущественно этот очаг и вместе с тем тормозятся другие очаги».

Таким образом, доминанта — общий принцип работы нервных центров, сформулированный выдающимся отечественным физиологом А. А. Ухтомским еще в 1923 г. В. С. Русинов высказал гипотезу о механизмах образования доминанты и переходе ее во временную, условнорефлекторную связь. ПП здесь играет решающую роль. Благодаря воздействию постоянного тока на мозговые структуры удалось создать модель доминанты. Было доказано, что доминантный очаг как система с обратной связью представляет один из механизмов памяти.

Медленные колебания потенциала отличаются от сверхмедленных ритмических колебаний, подробно исследованных советским электрофизиологом Н. А. Аладжаловой. Предполагается, что сверхмедленная электрическая активность головного мозга отражает деятельность медленной управляющей системы мозга, которая оказывает влияние на быстродействующие системы, обеспечивающие реакцию мозга на действующий раздражитель.

Принцип работы мозга

Изложенный выше материал позволил автору этих строк сформировать ряд принципов, на которых базируется деятельность мозга как моделирующей установки.

1. Принцип этажности.

Образование моделей происходит в результате перекодирования информации с низшего кода в высший. Последний получается при интегрировании информации, переданной низшими кодами. Перекодирование информации идет по вероятностному принципу.

Применительно к моделированию речи это будет такая последовательность, или этажность, кодов: код звуков — код слов — код фраз — код смысла (Н. М. Амосов).

2. Принцип активного изоморфизма.

Образование модели происходит по законам изоморфного отображения. Модель есть идеальная форма отражения действительности человеком и животными. Для живой системы является характерным то, что процесс сличения модели, создающейся изоморфно объекту, с моделью, хранящейся в памяти, есть средство приспособления к окружающему миру.

3. Принцип компарации.

Образование новых моделей происходит при сравнении врожденных или приобретенных в ходе индивидуального развития моделей с вновь возникающими при поступлении сигналов в мозг. Мозг очень тонко учитывает степень несогласования между поступающим сигналом и хранящейся в нем моделью.

4. Принцип функционального кольца.

Моделирование происходит в определенном материальном субстрате — нервных структурах. Сейчас уже нельзя считать этот процесс однонаправленным: рецептор — кора мозга.

Надо подчеркнуть, что моделирование нужно рассматривать как результат циркуляции информации в целостной системе (кольцеобразно замкнутой): центр — периферия, кора — подкорковые образования.

Можно это проиллюстрировать таким известным примером.

У собаки существует программа двигательного акта ходьбы при помощи четырех конечностей. Это — врожденная модель ходьбы. Если лишить собаку одной конечности, то она после некоторого периода научится ходить на трех. Почему? В результате переработки информации, поступающей с периферии и аппарата, ведающего равновесием, создается новая модель движения в центральной нервной системе. Когда возникает удачная комбинация между импульсацией с периферии и сигналами, идущими из центральной нервной системы, новая модель закрепляется.

То же самое происходит при создании любой корковой модели. Только та корковая модель выдерживает конкуренцию с другими, непрерывно создающимися в ходе приспособления к окружающей среде и закрепляется как эталон, которая получает сигнал с периферии, или «санкцию», по выражению П. К. Анохина, что она реализуется правильно (рис. 13).



Рис. 13. Восстановление двигательной активности после хирургического вмешательства (по А. А. Асратяну и П. В. Симону):

1 — собака через 15 дней после перерезки половины спинного мозга. Начало восстановления ходьбы, за счет «запасных путей» приобретаются новые навыки, 2 — собака через месяц после операции. Двигательные функции полностью восстановились; 3 — та же собака после удаления коры больших полушарий. Повторная необратимая утрата восстановительных навыков ходьбы.

5. Принцип энтропийности.

Винеровское понимание энтропии как меры хаоса, а информации — как меры упорядоченности, на наш взгляд, остается в силе. Совершенно очевидно, что создание моделей в мозгу ведет к уменьшению энтропии в результате поступления информации в мозг, увеличению упорядоченности, уменьшению неопределенности в системе мозга. Помимо общетеоретических соображений, можно сослаться на недавние работы Е. Н. Соколова, показавшего, что течение ориентировочного рефлекса определяется энтропией и направлено на то, чтобы ликвидировать неопределенность, возникающую при изменении ситуации.

6. Принцип вероятностного прогнозирования.

Наличие обратной связи — канала, по которому в мозг идет сигнализация о том, что делается на периферии, имеет смысл тогда, когда в мозгу происходит сравнение того, что сделано, и того, что должно быть в результате действия.

7. Принцип минимизации отрицательной афферентации.

Совершенно очевидно, что организм избирает такую стратегию поведения, которая сулит ему удовлетворение

жизненных потребностей и позволяет избежать неблагоприятных ситуаций, отрицательных эмоций. Этот принцип перекликается с представлениями советских исследователей И. М. Гельфанда, В. С. Гурфинкеля и М. Л. Цетлина о работе нервных центров по принципу наименьшего взаимодействия, когда задача системы для каждой внешней ситуации состоит в том, чтобы поступающая сигнализация была минимальна.

Все эти принципы необходимо использовать при моделировании психических функций на ЭВМ, создании так называемых моделей личности.

Третью жизни

Итак, в общих чертах мы ознакомились с мозгом бодрствующим. Теперь обратимся к мозгу спящему, к состоянию, в котором человек проводит третью своей жизни.

Проблема сна всегда была пробным камнем для нейрофизиологии и нейробиокернетики: здесь увязываются в тесный узел гносеологические и психофизиологические проблемы, она часто служила основой различных теорий мозговой деятельности. Это и понятно, ибо любое моделирование целостной деятельности мозга производится с учетом особенностей мозговой деятельности во сне, поскольку процессы, происходящие во сне, в известной мере определяют характер организации и содержания интегративных процессов в мозгу в состоянии бодрствования. Изучая разные проявления единой системы — бодрствование и сон — нельзя понять деятельность одной ее части, оставляя без внимания другую.

О сне писали философы и поэты, биологи и физики, писали по-разному, различен был и подход к вопросу. Но в одном сходились все — сон очень важен для человека.

Более века назад великий М. Сервантес писал: «Да будет благословен тот, кто изобрел сон — покров, который скрывает все человеческие мысли; пища, которая насыщает голодных; влага, которая утоляет жаждущих; огонь, который согревает озябших; прохлада, которая спасает от жгучего зноя, — словом, всемирная монета, на которую можно купить все, что угодно; и весы, на которых уравниваются император и пастух, мудрец и невежда».

Много столетий назад появились первые трактаты сна. Они были, конечно, очень наивными с современной точки зрения: душа покидает тело и скитается по земле; если она не возвращается в свою бrenную оболочку — наступает

смерть. В нашем сегодняшнем языке есть отголосок этих воззрений: говорят о смерти как о вечном сне.

Помните, как в поэме А. Твардовского «Теркин на том свете» герою в ответ на его слова:

Никому бы не мешая,
Без бомбежки да в тепле
Мне поспать нужда большая
С недосыпу на земле.

объясняет фронтовой товарищ:

Вот чудак, ужели трудно
Уяснить простой закон:
Так ли, сяк ли — беспробудный
Ты уже вкушаешь сон.

Без сна очень долго продержаться невозможно. В 1960 г. по свидетельству американского журнала «Сайенс дайджест», один молодой человек побил «рекорд»: он заставил себя не спать 243 часа. К началу 220 часа он еле говорил и не мог двигаться, после 10 суток бессонницы упал и сейчас же уснул.

По преданию, покушавшегося на жизнь короля Людовика XV мучили бессоницей. Чтобы он не спал, его за полтора часа до четвертования жгли раскаленным железом, расплавленным свинцом, горячей серой, кипящим маслом, но царевича засыпал во время пытки и, только меняя ее форму, можно было поддерживать его в бодрствующем состоянии. Перед смертью он жаловался, что лишение сна было наиболее жестоким из его мучений.

О страшной пытке под названием «статуя» рассказывал в печати член ЦК Компартии Португалии Ф. Мичел — в стенах полиции заключенного заставляли неподвижно стоять без сна много суток.

Что же такое сон? Почему он необходим?

О сне и сновидениях написано много брошюр и книг, прочитаны десятки лекций. Здесь мы расскажем в основном о данных, полученных в последние годы и не освещавшихся в полной мере на страницах массовой печати.

Химия сна

Воззрения на природу сна, его происхождение, его значимость претерпели за последние полвека серьезные изменения.

Прежде всего остановимся на сенсационном сообщении 20-х годов. Французские ученые поставили такой эксперимент. Одной группе собак они не давали спать много суток, заставляя бежать на вращающемся барабане. Затем они вводили контрольной группе собак сыворотку крови или

спинномозговую жидкость животных первой группы. Бодрые, хорошо выспавшиеся собаки после этого тотчас же засыпали. Это было настолько убедительно и наглядно, что умами большинства ученых овладела идея о наличии «ядов сна» — гипнотоксинов, накапливающихся во время бодрствования.

Постепенно миф о гипнотоксинах развеялся. Обратим внимание на то, что, во-первых, французские ученые, лишая собак сна, доводили их в результате бега до крайнего истощения. Такое состояние, как правило, не бывает перед наступлением обычного сна. Во-вторых, если сон наступает от самоотравления «шлаками», накапливающимися во время деятельности, то как объяснить факты внезапного наступления сна, когда человек не успел еще по-настоящему утомиться или когда он пробуждается задолго до того, как мозг должен был бы очиститься от «ядов сна».

Самым веским доводом против этой теории сна были наблюдения П. К. Анохина над сросшимися туловищами девочек-близнецов. Кровообращение было у них общее. Но вот что удивительно: когда одна девочка спала (и, стало быть, в ее крови циркулировали гипнотоксины), другая бодрствовала. А ведь гипнотоксины должны были быть и в крови другой!

Все это не означает, что химические факторы не имеют вообще никакого значения в сложном многообразном механизме сна.

В последние годы получены весьма любопытные данные. Немецкие ученые изучали изменение электрической активности мозга животных с перекрестным кровообращением. Оказалось, что изменение ЭЭГ мозга спящего животного может вызвать аналогичные изменения в динамике биотоков другого. Французские исследователи пришли к выводу, что экстракт крови кроликов, у которых сон наступал вследствие раздражения подкорковых структур электрическим током, будучи введенным нормальным кроликам, вызывает сон.

Значит, вполне вероятно, что различные продукты обмена веществ, вырабатывающиеся в результате деятельности организма, могут создавать надлежащий «фон» для возникновения сна.

Работы советского ученого академика А. В. Палладина и его школы по биохимии возбуждения и торможения в нервной системе укрепляют это мнение. Но природу сна, его

«пусковой механизм» химическая теория объяснить не может.

К пониманию проблемы сна и бодрствования ближе всего подошла школа И. П. Павлова.

Учение И. П. Павлова о сне

Более полувека тому назад И. П. Павлов создал учение о сне как разлитом торможении высших отделов мозга. В школе ученого была высказана гипотеза об «активном» (возникающем в результате активного внутреннего торможения клетки) и «пассивном» (вследствие устранения афферентной импульсации) сне⁴.

Отражением этого учения явились две точки зрения на происхождение сна. Одна группа ученых считает, что естественный сон и наркоз возникают в результате деафферентации полушарий мозга, а потеря сознания при наркозе есть результат блокады активизирующих влияний РФ, а другая — что сон — это активный процесс торможения в коре.

Советские исследователи, работая на животных, лишенных трех пар дистантных рецепторов, убедительно доказали, что у высших животных РФ нельзя рассматривать как единственный источник активации коры. Эта активация может носить исключительно корковый характер. Не говоря уже о том, что невозможно осуществить изолированное разрушение активизирующих систем, ряд прямых физиологических данных заставляет отказаться от мысли, что перерезка ствола мозга, ведущая к появлению медленных потенциалов в коре, является результатом устранения влияния активизирующих неспецифических систем.

Выше уже шла речь о роли неспецифических структур в процессе саморегуляции функционального состояния коры мозга. Приведем еще некоторые факты.

Известно, что при угнетении РФ атропином и наступающей при этом электроэнцефалографической картине сна, животные бодрствуют.

Кроме того, животные, у которых поражена активизирующая система, могут пробуждаться. На кроликах, лишенных зрительной афферентации, показана ведущая роль специфической импульсации в поддержании функциональной дееспособности коры: отделение от коры почти всей РФ и почти полная деафферентация коры вызывает сонное со-

⁴ Хотя и во втором случае И. П. Павлов подчеркивал активный характер процесса.

стояние только в первые дни после операции, а затем тонус коры в значительной степени восстанавливается.

Наконец, как утверждают клиницисты, поражение ствола более чем в 50% случаев не ведет к нарушению сознания, а поражение РФ каудального отдела продолговатого мозга совершенно не сказывается на сознании. Известно также, что разрушение РФ промежуточного мозга существенно не влияет на условные реакции, выработанные до операции. Недавно, сравнивая эффект поляризации РФ и миндалевидного комплекса, пришли к выводу, что эти структуры являются самостоятельными механизмами активации.

Советский исследователь А. В. Тонких (1968), отвергая мнение о сне как следствии прекращения поступления импульсов из периферии или падения активации РФ, считает, что состояние бодрствования поддерживает гипоталамус, который управляет РФ.

Эти факты подтверждают точку зрения И. П. Павлова, считавшего, что и в случае «пассивного» сна происходит активное торможение, возникающее вследствие длительного однообразного раздражения оставшихся рецепторов.

Принципу саморегуляции коры с помощью «функционального кольца» противоречит также и теория, утверждающая, что существует диэнцефалический центр сна и бодрствования. Швейцарский физиолог В. Гесс высказал предположение о трофотропной системе (раздражение ее сопровождается падением активности и развитием сна), медиатором (химическим переносчиком) которой является серотонин, и об эрготропной системе — антагонисте первой, медиатором которой является норадреналин.

Экспериментально доказано, что электрическая активность коры и РФ при наступлении сна меняется одновременно и в одинаковой степени. Румынский ученый О. Загер (1965) продемонстрировал убедительные факты: несмотря на разрушения центров сна и бодрствования по Гессу, функция сна и бодрствования через 2,5 месяцев у животных восстанавливается.

Надо заметить, что, как показали исследования на животных, меняя параметры электрического раздражителя, можно получить прямо противоположные результаты при стимуляции одних и тех же подкорковых структур и сходные реакции при раздражении разных образований.

Известно, что различные стадии сна у кошек можно получить, раздражая таламус, средний мозг, головки хвостатого ядра, дорсальный гиппокамп, свод сосцевидных тел,

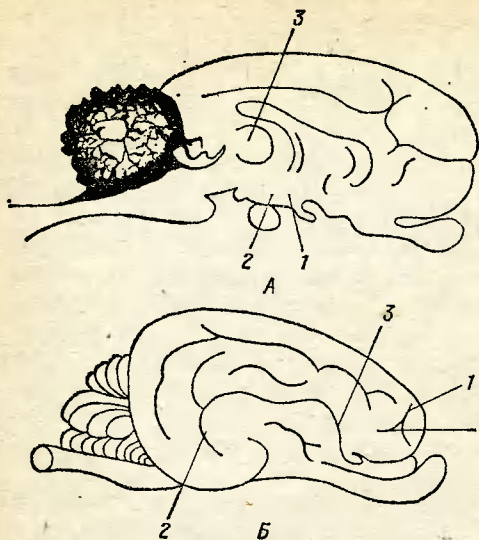


Рис. 14. «Сомногенные» зоны мозга кошки, раздражение которых вызывает электрическим током:

А. 1 — супраоптическое ядро гипоталамуса; 2 — паравентрикулярное ядро гипоталамуса (5—6 В, 5—7 Гц, 120 с) (по О. Я. Михалевой, Е. А. Моисееву, А. В. Тонких, Г. В. Гершуни); 3 — парамедиальная область таламуса (по Гессу).

Б. 1 — задняя супраорбитальная область коры; 2 — задняя супрасильвиева область коры; 3 — передняя супрасильвиева область коры (2—10 В, 5—7 Гц, длит. имп. 1—3 мс, 80—90 с) (по Пеналоче Поваку); 4 — лобная доля коры (2—4 В, длит. имп. 0,75 мс) (по Клененсу, Стервину, Уривихеу).

другие образования мозга (рис. 14). Эти факты подтверждают мнение И. П. Павлова, что в опытах по раздражению ряда участков подкорки мы получаем «рефлекторный сон с тех же самых больших полушарий».

В последнее десятилетие получили распространение взгляды, являющиеся отголосками теории центра сна, на смену бодрствования сном за счет реципрокных (от лат. *reciprocus* — взаимный) отношений между тормозящими и возбуждающими структурами.

Итальянский ученый Д. Морруцци предполагает, что в каудальной части ствола есть структуры, вызывающие синхронизацию и состояние сна. Он также считает, что РФ активизируется по типу ориентировочного рефлекса, а синхронизирующие структуры повышают активность при приходе к ним по определенным каналам залпов импульсов. Активность синхроструктур вызывает торможение восходящей РФ. Д. Морруцци признает, что теория И. П. Павлова о сне как об активном торможении чрезвычайно важна. Пока что трудно сказать, с чем связан сон, наступающий в опытах итальянского ученого у кошек при низкочастотном раздражении током РФ, — с торможением нейронов активирующей системы или существованием формации нейронов, оказывающих на кору влияние, противоположное активирующим.

Французский исследователь М. Монье выдвигает свою гипотезу. Состояния сна и бодрствования объясняются им

антагонистическим отношением на подкорковом уровне двух диффузных таламо-кортикальных систем: активирующей (десинхронизирующей) и подавляющей (синхронизирующей).

Американский ученый Г. Мэгун признает наличие двух реципрокных систем: активирующей — восходящей РФ — и обеспечивающей сон — неспецифической таламо-кортикальной.

Трудно сейчас говорить о существовании строго очерченных анатомически образований, работающих реципрокно. Исследования показали: зависимость эффекта десинхронизации и синхронизации от параметров раздражителя заставляют признать, что эти структуры не функционируют изолированно, а являются составными частями одной системы, распространенной по всему «старому мозгу». Под «старым мозгом» исследователи понимают РФ ствола мозга и лимбическую систему.

Эти факты и ряд других заставляют отказаться от примитивной схемы подкорковых синхро-десинхронизирующих механизмов, а снова обратиться к понятию саморегуляции коры с помощью подкорковых структур, связанных с нею прямыми и обратными связями.

Остановимся на материалах, полученных французским ученым М. Жуве и его соавторами. У животных обнаружены структуры РФ моста, которые, периодически включаясь во время сна, обеспечивают появление парадоксальной фазы, что выражается в появлении быстрых корковых колебаний — тета-ритма в гиппокампе при движении глаз, генерализованном подавлении мышечного тонуса, изменении пульса и дыхания. Жуве выдвигает гипотезу о наличии «неосна» и «археосна».

«Неосон» связан с неокортексом, тормозящим активирующие системы РФ. При этом наблюдается синхронизация корковых и подкорковых волн. Причина сна — разлитое торможение, так, как его понимал И. П. Павлов. При удалении коры эта форма сна отсутствует. «Археосон» связан с тем, что РФ моста вызывает парадоксальную фазу сна, которую можно наблюдать у хронических мезенцефалических и децеребрированных животных.

Дело в том, что около 30 лет назад ученые обнаружили, что сон человека (и животных тоже) состоит из перемежающихся периодов — «медленного» и «быстрого», или парадоксального.

Один из них («быстрый») отличается от другого («медленного») повышенной частотой колебаний электрического по-

тенциала головного мозга и быстрыми движениями глаз под закрытыми веками. Сны человеку и теплокровным животным снятся во время «быстрого» сна. За ночь мы видим 4—6 (а по другим данным 3—5) изолированных снов. Правда, и во время «медленного» сна у нас могут появляться разные «мысли» — отклики на события прожитого дня. Однако эта, выражаясь языком специалистов, мыслеподобная психическая деятельность своим реализмом и тусклыми эмоциями весьма отлична от образных, эмоциональных и даже фантастических сновидений.

У людей доля «быстрой» фазы в общем сне куда больше, чем у других млекопитающих. Одна из причин этого — безопасность сна у человека. Так, время «быстрого» сна у обезьян, привычно почивающих на жестком казенном лабораторном ложе, заметно больше, чем у их собратьев, живущих на воле.

Другая, более веская причина — необходимость «быстрого» сна для развития творческих способностей. Младенцы спят в основном «быстрым» сном. «Медленный» же, появляясь на 2—3 неделе жизни, только к 10—15 годам достигает взрослого рубежа (около 80% общей продолжительности сна).

Не здесь ли корни универсальной одаренности детей? А может, наоборот: они снят много вообще и «быстрым» сном именно потому, что талантливы? Во всяком случае, люди — чемпионы по «быстрому» сну.

Исключением среди млекопитающих является ехидна, совсем не знающая «быстрого» сна.

Впрочем, зачем нужен сон, в том числе и «быстрый», доподлинно еще никто не знает. Большинство исследователей сходятся на том, что сон весьма активный, а не пассивный, как некогда считалось, процесс, сущность же его пока непонятна. Скажем проще: сон это не отдых, а важная работа по устранению внутренних физиологических, психических и прочих конфликтов в организме и по переработке информации. Если уж называть сон отдыхом, то и бодрствование можно считать отдыхом от сна.

Ночная работа нашей психики обычно происходит в так называемой сфере бессознательного.

В настоящее время «медленная» и «быстрая» (парадоксальная) фазы сна широко изучаются на животных и людях (рис. 15). Считают, что переднемозговые структуры ответственны за медленную высокоамплитудную активность с веретенами, а заднемозговые — за быструю. При этом предполагают, что смена циклов сна осуществляется конку-



Бодрствование



„Легкий” сон



„Продолжительный” сон

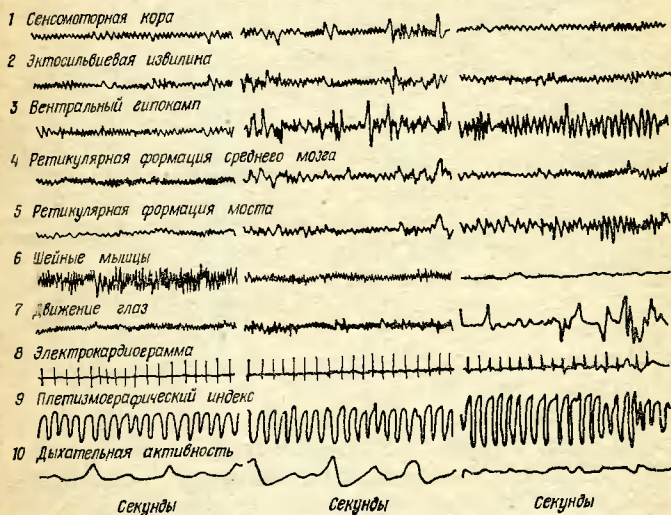


Рис. 15. Характеристики биоритмов мозговых структур сердца и других показателей при «медленном» и «быстром» сне (по М. Жуве).

рирующими «функциональными кольцами»: одно обеспечивает первую фазу, второе кольцо — парадоксальный сон. На этот счет нет единого мнения.

Надо заметить, что существующая гипотеза сна мало учитывает нейрогуморальные факторы в развитии сна (А. В. Тонких, 1968) и значение таких образований, как гиппокамп, которым приписывается специальная тормозная функция. Между тем, последние данные говорят о необходимости учета холинэргических и адренэргических механизмов в развитии сна. В одной из своих последних работ М. Жуве утверждает, что «медленный» сон развивается благодаря активности клеток шва, производящих серотонин,

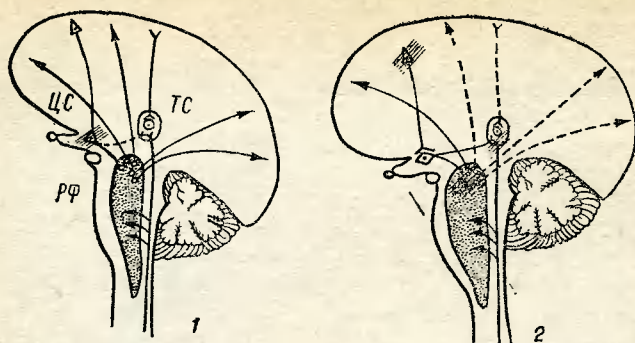


Рис. 16. Принципиальная схема соотношений коры и подкорковых аппаратов при развитии сна (по П. К. Анохину):

ЦС — центр сна Гесса, являющийся необходимым узловым пунктом в развитии естественного сна; РФ — ретикулярная формация; ТС — таламические синаптические передачи для внешних раздражений.
1 — бодрствование, 2 — сон.

который тормозит активирующую систему среднего мозга. Парадоксальный сон возникает вследствие секреции норадреналина клетками дорзальной части моста. Норадреналин блокирует действие серотонина на РФ.

Вероятно, РФ — лишь общий конечный пункт системы регулирования состояния бодрствования и сна. Активность РФ следует понимать как своеобразную реорганизацию пространственно-временной картины биоэлектрической активности корковых клеток.

Итальянский ученый П. Перггамиани (1968) считает, что в период бодрствования активность восходящей РФ обуславливается положительным влиянием гипоталамуса, гиппокампа, действуя по принципу отрицательной обратной связи, тормозит деятельность восходящей системы. Во время дремоты влияние гиппокампа особенно отчетливо выражено. При этом включаются «функциональные кольца», связывающие кору и таламус, а также последний с хвостатым ядром. Активность хвостатого ядра приводит к обездвижению животного. Перггамиани предполагает, что, когда гипоталамические влияния из эрготропных становятся трофотропными, происходит активация восходящей системы и наступает парадоксальный сон.

П. К. Анохиным в 1945 г. была развита и в 1958 г. уточнена гипотеза развития сна: сон как результат торможения корковой деятельности наступает вследствие высвобождения гипоталамических образований, которые остаются активными в течение всего времени сна (рис. 16). Эта схема

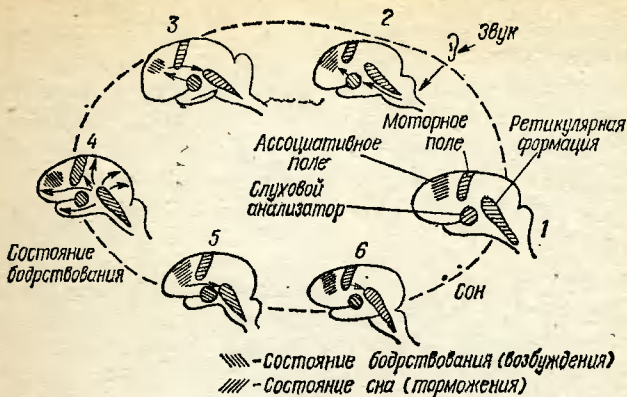


Рис. 17. Механизм смены сна и пробуждения (по Д. Матееву):

1 — состояние сна; 2 — внешний раздражитель (в данном случае звуковой) приводит к возбуждению слухового анализатора. Отсюда возбуждение попадает в ассоциативное поле коры, схематически представляемое как физиологический субстрат второй сигнальной системы. Происходит оценка значимости раздражителя; 3 — если раздражитель имеет жизненно важное значение, то возбуждается ретикулярная формация; 4 — ретикулярная формация активизирует всю кору — происходит пробуждение и организуется с помощью второй сигнальной системы адекватная реакция; 5 — если раздражитель не имеет значения, то удерживающие импульсы от коры тормозят ретикулярную формацию; 6 — последний момент перед погружением в сон. Импульсы от раздражителя еще возбуждают анализаторное поле коры, но оно лишено возможности активизировать ретикулярную формацию, очень скоро погружается в тормозное состояние, и наступает полный сон.

теперь может быть дополнена и значительно уточнена приведенными данными.

Суммируя, можно представить себе основные механизмы сна таким образом. Кора посредством обратных связей, проходящих через подкорковые образования, регулирует свою деятельность, то погружаясь в тормозное состояние, то пробуждаясь.

Если значение сигнала велико, то РФ, подчиняясь приказу коры, активизирует, побуждает к деятельности остальные зоны коры. Прав болгарский ученый Д. Матеев, считающий, что в этом можно видеть универсальный саморегулирующийся механизм коры головного мозга. Д. Матеев, так же как и мы, рассматривает РФ как звено в механизме саморегуляции коры (рис. 17).

Разумеется, это — упрощенная схема. В механизме сна берут участие специфические и неспецифические системы таламуса, гипоталамуса, мозжечка, а также лимбическая система. Не следует упускать из виду кольцевую взаимосвязь: гипоталамус — гипофиз, гипоталамус — симпатическая нервная система.

В экспериментах американского ученого У. Освальда, который запускал магнитную запись десятков имен во время сна исследуемых, затем следил за ответной реакцией на собственное или контрольное имя, отчетливо выяснено, что анализ сенсорных раздражений в этом случае происходит сначала в коре. Только в случае большой значимости сигнала кортикофугальные импульсы включают РФ и осуществляют пробуждение. Если биологическая ценность поступающих сигналов невелика, то сон длится и далее.

Французский исследователь Ф. Бремер заметил, что всякое ослабление деятельности коры ведет к снижению уровня возбуждения РФ. Получается нечто вроде взаимоторможения структур. При этом в процессе саморегуляции коры играют большую роль, вероятно, электротонические, импульсные влияния, которые обеспечивают настройку нервных приборов и могут распространяться с большой скоростью.

Таким образом, надо признать, что сон есть результат деятельности гомеостатического аппарата и связан со взаимовлиянием коры и подкорковых структур.

В обычных условиях фактор, ведущий к наступлению системного торможения в коре мозга и вызывающий блокировку РФ вследствие соответствующих приказов из коры, по нашему мнению, является необходимой составной частью целостного акта утомления. В последнее время получены дополнительные доказательства этому. Так, если судить по электрофизиологическим показателям, фаза сильного мышечного утомления связана с перевозбуждением корковых нейронов и блокированием поступления активирующих импульсов из подкорки. В основе ощущения усталости лежит развитие процесса торможения в центральном звене двигательного анализатора. Отмечено, что в основе утомления лежит процесс парабриоза, развивающийся в альфа-мотонейронах. Утомление, очевидно, вызывает нарушение стратегии отбора информации мозгом, рассогласование между программой, заложенной в мозгу, и текущим образом действия. Кора, стремясь сохранить гомеостазис действия, затормаживается.

Но, вероятно, не этим (и, возможно, не столько этим) ограничивается значение сна. Весьма возможно, что одна из основных задач сна — не только дать отдых определенным структурам мозга, но и бороться с мышечным утомлением. На эту сторону охранительной функции сна, по существу, никто как следует не обращал внимания, за исключением Н. А. Рожанского (1954), который писал: «Цель сна — не

дать совершиться слишком большим тратам энергии; ясно, что механизм сна должен прежде всего остановить главный источник траты — мускульную систему».

Остановимся на идеях, занимающих сейчас умы исследователей, которые, по выражению Д. Морруцци, обозначены «тревожным кризисом» в учении о сне. Ряд работ поставил под вопрос понимание сна как диффузного коркового торможения. Экспериментальные данные заставляют склоняться к выводу, что во время сна («медленного») повышается возбудимость корковых нейронов, возрастает амплитуда вызванных потенциалов на световой раздражитель. Было показано, что дело не в диффузном торможении корковых нейронов, а в преобразовании пространственно-временной конфигурации основных процессов в коре мозга. Создалось впечатление, что количество нейронов, работающих во время бодрствования, приблизительно равно количеству функционирующих при сне. Это обстоятельство позволило Д. Морруцци (1969) предположить, что состояние сна не вызывает подавление активности больших длинноаксонных клеток; нарушается только конфигурация их разрядов. Возможно, это связано с угнетением деятельности во время сна других корковых клеток, активность которых из-за небольших размеров не может быть зарегистрирована микроэлектродом. При этом Д. Морруцци признает, что сон является выражением восстановительных процессов, однако происходящих только в тех структурах, которые ответственны за высшие корковые функции.

В связи с этим актуален вопрос о значении сновидений. Если и не принимать положения, что сновидения аналогичны процессам очищения программ ЭВМ от накапливающихся ошибок, то можно думать, что сновидения необходимы для переработки избытка информации в условиях пониженной сенсорной импульсации. Необходимость переработать эту информацию субъективно осознается в виде желания спать. Переработка информации во время сна создает условия для сопоставления приобретенных сведений с прошлым опытом. Вегетативные сдвиги во время парадоксального сна служат цели устранения вредных последствий сенсорной депрессии (резкого снижения потока информации) и поддерживают организм в состоянии готовности к реакции.

С точки зрения нейрофизиологии, сновидения рассматриваются как результат последовательного перехода из одного функционального состояния в другое кортикальных и лимбических нейронов, необходимого для их метаболического восстановления.

Все сказанное, конечно, не исчерпывает сложности проблемы сна. В стороне остались вопросы о роли лобной коры — важнейшего аппарата, обеспечивающего взаимосвязанную деятельность анализаторов, тем более что эти доли тесно связаны с древней структурой — гипоталамусом, о значении суточного цикла — смене дня и ночи и т. д.

Может быть, имеет смысл выделять, как это сейчас делают в США, разновидности сна по их физиологической значимости: примитивный сон усталости (ретикулярная формация ствола); гомеостатический, упреждающий сон (лимбическая система); сон как результат генерализации внутреннего торможения (кортико-таламический механизм).

В заключение мы остановимся на взглядах, высказанных недавно советскими учеными Н. Н. Деминым, А. Б. Коганом и Н. И. Моисеевой, о сне и бодрствовании.

Временные отношения в организме должны быть уравновешены как по отношению к внешней среде, так и к среде внутренней, а для осуществления этой задачи организм должен располагать программами регуляции и эталонами нужных состояний, а также сведениями о временных параметрах внешней среды, чтобы иметь возможность ориентироваться не по собственным часам, которые в зависимости от характера выполняемой деятельности то «бегут», то «остают», а по часам Природы, являющимся всеобщим эталоном (вне зависимости от точности их хода). Вот эта информация о временных отношениях, поступающая еще в период бодрствования, по-видимому, и перерабатывается во сне, но не в каком-то специальном центре, а в каждом образовании, которое выверяет свою собственную программу деятельности и ее соответствие настоящему моменту.

Наиболее интенсивно такого рода саморегулирование должно происходить — и действительно происходит — в условиях резких изменений воздействий внешней среды — при сдвинутых режимах сна или после перелетов с пересечением часовых поясов. В этих случаях отмечается не увеличение, а уменьшение общего количества сна. При этом для сна после перелетов характерна еще одна особенность — фрагментирование картины сна, при котором распределение частоты появления и длительности стадий в течение каждого часа сна повторяется и соответствует тому распределению, которое обычно имеет место в течение всей ночи. Таким образом, при существенных изменениях воздействий внешней среды, когда количество информации, подлежащей переработке, как будто больше, человек спит меньше, и при этом

сон как бы разбит на равнозначные отрезки, в которых одинаково представлены все стадии сна.

Такого рода факты трудно объяснить с точки зрения предложений о переработке информации во время сна, если понимать под информацией весь калейдоскоп событий внешнего мира, обрушивающийся на человека при переезде или перелете. Если же понимать под информацией, подлежащей переработке, только «отметки времени», указывающие характер отношений с внешней средой, то их столько же, сколько и в обычной жизни, — меняется их содержание, но не количество. Объем перерабатываемой информации остается прежним.

Если предположить, что во время сна происходит упорядочение биоритмического рисунка деятельности структур и фазовых взаимоотношений, то оно должно осуществляться на основе сравнения существующих в организме взаимоотношений с некоторой моделью — идеальным образом того, что должно быть согласно данной временной метке.

Подобная модель строится, по всей вероятности, в течение дня параллельно с расшатыванием биоритмической структуры организма под влиянием внешних воздействий. Таким образом, какие-то сигналы внешней среды, которые условно можно назвать «датчиками времени», сообщают организму как бы «идеальный» распорядок, согласно которому процессы должны протекать, то есть являются отметками времени для упорядочения ритмики. Эти сигналы поступают преимущественно при бодрствовании, поскольку во время сна человек создает даже внешние условия (выключает свет, изолируется от шума, тепло укрывается и т. д.) для отключения от сигналов внешней среды. Сочетание внешних сигналов, определяющих временные отношения, с генетически обусловленной «программой» биоритмов и создает модель, по которой во время сна происходит регулирование биоритмов и их фазовых отношений.

Генетические модели, по всей вероятности, предусматривают какую-то форму поправки к основной, «жесткой» программе, осуществляемой за счет анализа сигналов внешней среды. Так, например, имеются так называемые сезонные изменения как степени выраженности, так и ритмики изменения различных показателей жизнедеятельности организма.

При очень резкой смене условий организм должен строить модель совершенно нового вида, адекватность которой может быть проверена только при ее взаимодействии с внешней средой.

Таким образом, во время бодрствования поступает информация для формирования модели необходимого биоритмического фона. Во время сна эта модель реализуется, то есть фазовые соотношения различных ритмов приводятся в соответствие с датчиками времени внешней среды и между собой. Затем, уже опять во время бодрствования, должна быть осуществлена проверка, насколько правильно построена модель, иначе: действительно ли биоритмическая структура соотношений процессов соответствует тем запросам, которые предъявляет внешняя среда, готов ли организм к активному действию именно тогда, когда по условиям существования оно необходимо.

Не исключено, что при создании моделей, отличающихся от обычной биоритмической структуры, больше времени должно быть потрачено на формирование модели и ее проверку после реализации, чем на происходящую во сне реализацию модели. И тогда общая длительность сна уменьшается, что мы и видим на самом деле после дальних перелетов с пересечением большого числа часовых поясов. Вероятно, этот механизм, эффективный в отдельных случаях, в целом для организма не экономичен и в обычной жизни мозг должен постепенно проверить во всех деталях привычные модели; последовательность этой проверки «расписана» на всю ночь в виде доминирования тех или иных стадий сна в тот или иной час сна. Проверка несовершенной, «прикидочной» модели идет убыстренным темпом за счет того, что в каждом часе сна представлены все стадии. Что касается движущей силы, включающей этот процесс регулирования более или менее одновременно в различных образованиях, то ею, по всей вероятности, является степень разрегулированности по отношению к какому-то исходному среднему уровню деятельности.

В условиях относительного функционального разобщения, используя поступившие во время бодрствования «метки времени», структуры осуществляют саморегуляцию. Но поскольку ни существование мозга в дезинтегрированном состоянии, ни регуляция функции каких-то отделов вне зависимости от уровня функционирования других отделов просто невозможны, определенное количество подвижных функциональных связей обязательно присутствует в медленноволновом сне, и особенно во время парадоксального сна за счет локальных очагов возбуждения.

Что это действительно происходит так, следует хотя бы из того, что электрические воздействия на глубокие структуры мозга (создающие локальные очаги возбуждения) вы-

зывают нарушения глубокого сна и увеличение парадоксальной стадии сна, в то время как у больных, получающих электрошоковую терапию (под влиянием которой все клетки мозга время от времени осуществляют «взрыв» активности и переходят временно в неактивное состояние), деятельность этой стадии уменьшается вдвое.

Таким образом, толчком для замыкания случайных связей во время парадоксального сна, по-видимому, служит повышение возбудимости какого-то отдела мозга. Такое возбуждение наступает в процессе активной саморегуляции периодически. Оно совершенно непредсказуемо относительно того, какая из структур оказывается возбужденной в определенный момент, но четко предсказуемо во временном аспекте, поскольку через некоторые промежутки времени должны возникать возбужденные пункты, как бы подталкивающие к замыканию случайных связей.

Если же возбужденных пунктов оказывается очень много или изменен порог раздражения и возбуждение легко иррадирует, наступает бессоница. И именно в отсутствии «привода» для включения сна и необходимости воздействовать не на центр сна, а на тончайшие взаимоотношения процессов кроется трудность воздействия на нарушение сна.

Эти взгляды советских ученых, изложенные нами столь подробно, пока что являются последним словом в учении о сне.

нии гипноза, что он — ребенок, то и голос, и почерк, и поведение становятся соответственными данному возрасту. Более того, испытуемый воспроизводит адекватные, соответствующие обстановке элементы поведения того времени. Под влиянием гипнотического внушения возможно восстановление давно забытого иностранного языка.

Очень интересны наблюдения, проведенные канадским нейрохирургом У. Пенфилдом. Во время операции на мозге, проводимой под местной анестезией, он раздражал слабым электрическим током некоторые участки на границе височной, затылочной и теменной областей коры больших полушарий.

При этом обнаружались удивительные явления. Пациент переживал целые сцены из своего прошлого. Они носили либо характер сновидений, либо у больного возникало ощущение, что все как будто происходит «сию минуту». Молодой человек, недавно приехавший со своей родины, Южной Африки, восклицал во время раздражения правой височной доли мозга: «Да, доктор! Да, доктор! Вот я слышу смех людей — моих друзей — в Южной Африке». Другая больная хорошо слышала речь своего сына, которого и в помине близко не было. Ее спросили потом, было ли это воспоминание. Она ответила, что «это казалось реальнее, чем воспоминание».

В большинстве случаев ситуации, отражаемые во «вспышках пережитого», были лишь отдельными эпизодами из жизни пациента. То он, рассказывает канадский ученый, как бы стоит на углу улицы, слышит, как мать зовет ребенка, то принимает участие в разговоре, наблюдает за мальчиком, играющим во дворе.

Иначе говоря, оживляются те моменты, на которые индивидуум когда-то обратил внимание. Пережитое в прошлом воскрешается до тех пор, пока действует электрический ток и исчезает тотчас же, когда он прекращается.

Попытки вызывать «вспышки пережитого в прошлом» весьма впечатляющи. Но означают ли они, что раздражение отдельных участков мозга, вызывающих воспроизведение следов памяти, и есть доказательство наличия центра или центров памяти? Разумеется, нет. Ситуация аналогична поискам «центров удовольствия и неудовольствия», когда одно из звеньев в цепи процессов управления и регуляции принимают за пункт, ведающий осуществлением сложнейшей функции.

Еще И. М. Сеченов указывал, что следовые процессы — это скрытое состояние нервного возбуждения, сохраняюще-

гося в рефлекторной дуге, то есть не в каком-либо центре, а во множестве связанных между собой нервных элементов.

Современное состояние нейрофизиологии и нейрокибернетики не позволяет составить достаточно обоснованную «блок-схему» памяти. В сущности, нам гораздо больше известно об общих методах функционирования центральной нервной системы, чем конкретных механизмах ее деятельности. Так, с большой вероятностью можно утверждать, что в основе деятельности мозга как саморегулирующейся системы лежит многоэтажная переработка информации, поступающей с экстеро- и интерорецепторов. Считается, что на низшем уровне — это системы безусловных и условных рефлексов, составляющих основу поведения; на втором этаже — алгоритмы обучения; и, наконец, комплекс алгоритмов, управляющий и корректирующий второй.

Кратковременная и долговременная память

Вопросам физиологии и психологии памяти посвящены многие монографии и статьи советских и зарубежных авторов. Наиболее распространенным является мнение о существовании двух фаз запоминания — электрофизиологической и биохимической; циклическая активность (кратковременная память) приводит к стойким изменениям на молекулярном уровне (долговременная память). Допущение такого деления логично: очевидно, должна существовать нейронная активность, которая бы «переживала» полученный сигнал и позволяла фиксироваться информации на клеточном уровне (специальные «запоминающие» нейроны? молекулярные сдвиги в любой клетке?).

Достоверно доказано, что следы в памяти, образующиеся в момент восприятия или обучения, консолидируются (закрепляются) в течение определенного времени (около часа).

Однако механизм этих явлений остается во многом неясным. Несомненно, существуют какие-то изменения на клеточном и субклеточном уровне, но расшифровка молекулярного кода памяти мало приблизит нас к пониманию памяти человека на системном уровне.

Недостаточно обосновано также, что есть электрофизиологический механизм кратковременной памяти в виде реверберационных кругов в коре мозга. Экспериментально было показано, что слабая поляризация постоянным током зрительной области коры приводит к появлению ритмической активности после вспышки света в течение десятков минут. Обычно же на интактной коре это явление отсутствует, что, по мнению американского исследователя С. Дейча,

говорит против предположения о необходимости ревербирующих контуров для кратковременной памяти.

Американский ученый Р. Джерард, исходя из опытов с наркозом, охлаждением и электрошоком, также не считает достоверным связь динамической памяти с движением нервного импульса по замкнутым корковым путям.

Весьма тщательно рассмотрел этот вопрос французский исследователь А. Фессар, на протяжении последних лет развивающий взгляд о стохастическом (от греч. *stochastikós* — умеющий угадывать), случайном распределении возбуждения в РФ. Он считает, что «по отношению к проблеме сенсорной связи реверберация представляется фактором затемнения и случайного рассеивания сенсорных сообщений — одним словом, источником шума» и «...уменьшает содержание информации в приходящих сенсорных импульсах». Следовые явления ученый относит за счет пластических изменений, обусловленных длительным состоянием активности или неактивности.

Большое значение в образовании следов А. Фессар придает явлениям остаточного облегчения, наступающим в результате ритмической стимуляции, — повышению возбудимости и проходимости синапсов для последующей импульсации.

Не случайно английские ученые Д. Эмфри и Р. Коксон в своей монографии «Химия мышления» считают, что «остаточная сверхвозбудимость» — один из возможных механизмов памяти.

Нет единого мнения и относительно роли различных структур мозга в процессе запоминания.

Одни исследователи не считают необходимым участие коры мозга и РФ в процессе зачатления информации, отводя лимбической системе роль основной структуры мнестического накопления. Другие основывают свою теорию памяти на функционировании «созвездий» нейронов коры.

Американские ученые Д. Миллер, Е. Галантер и К. Прибрам, рассматривая лобные доли и лимбическую систему как механизм осуществления планов поведения, полагают, что в лобной доле хранятся планы, ожидающие своего выполнения. Поражение больших участков лимбической системы, указывают они, приводит к своеобразному поражению памяти: непосредственная память остается, но отсутствует таковая на связь заданий, поведение разбивается на изолированные акты.

Некоторые ученые рассматривают возникновение энграммы (автор термина определил ее «как постоянное изменение,

вызванное стимулом») не как пассивное отражение сигнала, а связывают его с созданием статистико-информационной модели внешнего мира. Они подчеркивают необходимость функционального единства различных этажей центральной нервной системы (ЦНС), единства всех процессов восприятия для построения энграммы. Для моделирования памяти авторы используют логическую нервную сеть, узлы которой обладают меняющейся от 0 до 1 «проводимостью». В сети имеются два типа узлов: с фиксированной «проводимостью» и пластичной, меняющейся в зависимости от повторяемости воздействий внешней среды.

Существенную пользу может принести рассмотрение явлений памяти с позиций изменения ионной конъюнктуры, состояния электрической поляризации живых тканей, без углубления в молекулярный механизм. Очевидно, прав О. Шмитт, который считает, что если бы удалось исследовать электрические свойства макромолекулярного субстрата клеток мозга, то можно было бы обнаружить сильные электрические поля, например, поперек клеточных поверхностей раздела и, возможно, весьма специфические неустойчивые процессы электростатического и электромагнитного характера, связанные с этими полями.

Родоначальником этой (возьмем на себя смелость назвать ее) поляризационной гипотезы является, на наш взгляд, русский ученый Б. Ф. Вериго, который еще в 1901 г. писал:

...В найденном мной скрытом изменении, которое нерв испытывает под действием даже короткой поляризации и которое он сохраняет в себе в течение неопределенно долгого времени, имеется материальное основание для способности воспоминания.

Напомним об экспериментах В. С. Русинова и его сотрудников по созданию доминанты в коре мозга путем пропускания слабого пульсирующего тока. Во время торможения в корковом доминантном очаге сохраняется в скрытом состоянии ритм воздействия тока.

Таким образом, мы считаем, что клеточный механизм памяти связан прежде всего с фиксацией сдвигов электрической поляризации возбудимых структур. Этот вид памяти, по всей видимости, присущ живой протоплазме вообще и является результатом реализации программы защиты ультраустойчивой системы, выработавшейся в филогенезе.

В основе связи между РНК и долговременной памятью лежит, в сущности, априорная посылка: изменения в клетке

не могут быть стойкими, если они не связаны с генетическим аппаратом.

Но есть факты, позволяющие выдвигать и другие гипотезы. С. Дейч ссылается на обнаруженное у животных длительное увеличение содержания других веществ (например, меланина) без предварительного изменения генетической информации.

Разумеется, можно выдвигать различные предположения, например, что электрические сигналы, реверберирующие по нейронным кругам (в чем видится основа оперативной памяти), влияют на содержание биогенных аминов (норадреналина, серотонина и гамма-аминомасляной кислоты). Биогенные амины, взаимодействуя с белком, образуют кодированный белок, который, в свою очередь, взаимодействует с РНК и т. д.

Тут проводится полная аналогия с образованием антител и антигенов в иммунологии. Следовательно, образование энграммы соответственно образованию антител, а узнавание аналогично реакции антигена с антителом.

Можно, например, думать, что под влиянием медиаторов возбуждения изменяется действие фермента, ведающего обменом РНК, или объяснять процессы памяти переходом с помощью электрофореза молекул РНК из глии в нейроны. Попутно можно допустить, что запечатлевание происходит не только при помощи биохимических процессов, но и путем роста нервных волокон, направляемых глией.

Большинству этих теорий приходит конец, когда выясняется, что торможение синтеза РНК на 83% ничуть не сказывается на запоминании.

Правда, эти данные не мешают гипотезе о связи памяти с синтезом новых белковых молекул, ибо синтез их идет еще долгое время после торможения синтеза РНК.

У всех этих «наивных рассуждений перед лицом фактов», по словам американской исследовательницы М. Бреже, есть серьезные просчеты, касающиеся того, что они, анализируя пространственную локализацию памяти, не объясняют запечатление временной последовательности. Неслучайно выдвинуто предположение, что изменения РНК представляют собой лишь промежуточные процессы в образовании следов долговременной памяти или просто сопутствующие процессы, так как нет возможности проводить достоверное различие между изменениями РНК в нейронах и образованиями энграмм.

Правда, у исследователей памяти на молекулярном уровне есть возможность использовать еще не привлекавшиеся до

сих пор для объяснения кодирования и считывания записей в долговременной памяти такие явления, как молекулярное электронное возбуждение, внутримолекулярный перенос энергии, обратимые фотохимические процессы, обратимая электролюминесценция и т. д.

Весьма соблазнительно допустить, что энграммы не привязаны к определенным кортикальным точкам, а существуют в недифференцированном нейропиле, и «энграмма — модель действия», несуществующая «вне действия».

Молекулы памяти

Разберемся во всем этом нагромождении гипотез. Молекулярные теории памяти родились прежде всего в ответ на опыты К. Лэшли, который, как говорят, нанес смертельный удар теории электрических цепей — т. е. гипотезе о связи мнестических процессов с циркуляцией информации в системах головного мозга. Поскольку в его опытах удаление больших участков коры или рассечение ее поверхности не приводило к существенному нарушению функции запоминания, пришлось сделать вывод, что следы более или менее равномерно рассеяны по всему мозгу.

Однако некоторые исследователи основываются на идее избыточности в сохранении информации, то есть хранении ее в ряде независимых мест. Если след от раздражителя запечатлен в 10 различных местах, то при удалении половины мозговых клеток вероятность полностью удалить этот след составляет 0,1%. 5—6-кратная избыточность вполне объясняет отсутствие каких-либо дефектов при умеренных повреждениях мозга.

Существует свыше 30 гипотез, сходящихся в единственном пункте: в основе памяти лежат какие-то физиологические механизмы. Однако все остальное — где локализуются следы, какова их форма, внутренняя и внешняя организация, чем обусловлена длительность и прочность образа, как обеспечивается способность к оживлению следов или реакции — предмет ожесточенных споров.

По мнению шведского ученого Г. Хидена, суть запечатления сводится к преобразованию кода электрических сигналов, сопутствующих нервному возбуждению, в код последовательности мономерных составляющих в микромолекулах протоплазмы. Тут сквозит явная аналогия с представлениями иммунологии и генетики.

Предполагается, что поскольку ДНК управляет долговременным механизмом синтеза белков посредством РНК, то именно РНК претерпевает специфические изменения по

влиянием нервного сигнала. Это ведет к синтезу специфического белка. Белок может быть активирован в комбинации с дополнительной молекулой РНК; затем высвобождается медиатор, возбуждающий постсинаптическую клетку. В результате нейрон настроен на определенный частотный код первых импульсов.

На первый взгляд, эта гипотеза имеет определенные экспериментальные основания (усиленная продукция нуклеопротеидов при нервной деятельности, нарушение следов запоминания при остановке синтеза РНК, эксперименты по передаче приобретенного опыта путем скармливания измельченных обученных планарий необученным и т. д.).

Однако возникают естественные вопросы: почему молекулы белка, претерпев изменение однажды, сохраняют надолго свою специфичность? Допущение наличия памяти во всех нейронах неестественно — такой механизм памяти, как подметил советский ученый Е. Н. Соколов, существенно затруднил бы работу афферентных нейронов, связанных с передачей текущей информации. Значит, существуют нейроны, функция которых — только фиксация энграмм? Пока что все это только предположения.

В монографии Е. Н. Соколова «Нейронные механизмы памяти и обучения» (М., 1981) развиваются последние взгляды на механизмы памяти. Цитируем дословно:

Детектор — нейрон, селективно настроенный на определенный параметр сигнала. Селективная настройка детектора осуществляется за счет фиксированной системы связей его с рецепторами или другими афферентными нейронами более низкого уровня.

На детекторе сходится несколько каналов. По каждому каналу возбуждение поступает через синаптический контакт, эффективность которого фиксирована. Реакция детектора на воздействие, поступающее по данному каналу, равно произведению приходящего возбуждения на коэффициент синаптической связи. Это справедливо и для других каналов. Детектор производит суммирование попарных произведений поступающих возбуждений на соответствующие значения коэффициентов связи. Поступающие на детектор возбуждения образуют вектор возбуждений. Совокупность разных по своей эффективности синаптических связей образует вектор связей. Тогда реакцию детектора можно представить в виде скалярного произведения вектора возбуждения на вектор связей.

Каким образом возбуждение детекторов приводит к возникновению определенной реакции? — задает вопрос Е. Н. Соколов. Для объяснения этого явления он вводит понятие командного нейрона, возбуждение которого вызы-

вает целостную реакцию или ее фрагмент. Реакция как целое определяется тем набором мотонейронов, с которыми связан данный командный нейрон. Если необходимо обеспечить набор разных реакций, то это достигается полем командных нейронов. Возбуждение одного командного нейрона приводит к генерации фиксированной реакции. Перемещение возбуждения по полю командных нейронов вызывает последовательность фиксированных реакций.

Возбуждение командного нейрона определяется тем, какие детекторы на нем конвергируют (от лат. *convergo* — приближаясь, сходясь). Совокупность детекторов, конвергирующих на командном нейроне, определяет его рецептивное поле, а тем самым и рецептивное поле связанной с ним реакции.

Командные нейроны сами образуют целые поля. Примером поля командных нейронов могут служить нейроны глубоких слоев передних бугров четверохолмия. Каждый такой нейрон характеризуется определенной моторной реакцией, разряжаясь перед тем, как происходит движение глаза определенной величины и направления.

С. Дейч¹ замечает, что совершенно неясным остается механизм того, каким образом информация, сохраняемая долго в структуре молекулы, может быть быстро актуализирована, ибо необходим очень сложный код, чтобы использовать информационную емкость молекулы. Для медленно протекающих биологических процессов этот код оказался бы слишком громоздким.

Нарушение запоминания при искажении или прекращении синтеза РНК еще ни о чем не говорит: стоит нарушить нормальный обмен веществ в любом (или, точнее, во многих) звене, как абсолютно очевидно нарушаются и процессы фиксации следов раздражения.

Организация памяти

Очевидно, путеводной нитью в лабиринте фактов, касающихся проблемы памяти, должны служить современные представления нейрофизиологии и нейрокибернетики. Совершенно ясно, что нельзя разрывать функции трех основных систем: специфической (чувствительные пути — специфические таламические ядра — чувствительные зоны коры), неспецифической (РФ ствола мозга и таламуса) и, наконец, филогенетически древней — лимбической.

¹ Более подробно о моделях нервной системы, в том числе и памяти, см.: Дейч С. Модели нервной системы. — М., 1970.

Именно взаимосвязь этих систем (при доминирующей роли коры) и обеспечивает реальную работу мозга, которая, по лаконичному определению выдающегося советского психолога А. Р. Лурия, заключается в осуществлении дифференцированных колец возбуждения, вовлекающих как кору больших полушарий, так и образования стволовой части мозга. Эти системы возбуждения имеют сложнейшее строение и включают различные аппараты, каждый из которых выступает в этой архитектонике на своих, особых ролях, обеспечивая ту или иную форму анализа экстеро- и проприоцептивных сигналов, поддерживая общий тонус коры, «фильтруя» доходящие до него возбуждения, создавая систему регулирующих афферентаций и выполняя работу по сравнению намерений и достигнутых результатов, приводящую к оценке эффекта того или иного действия. При этом А. Р. Лурия подчеркивает, что выпадение того или иного звена неизбежно приводит к нарушению нормальной работы всей функционирующей системы.

Процесс восприятия, базирующийся на статистическом кодировании, не может происходить без записи сообщений в памяти. Очевидно, система памяти должна хранить информацию на основе учета частоты появления событий, их новизны и «цены» (то есть связи с положительной или отрицательной компонентой комплекса мотивации). Отсюда вытекает деление памяти на оперативную, непосредственно включенную в процесс любой деятельности, и долговременную. В последней записываются более вероятные, часто встречающиеся сочетания раздражителей. Некоторые из них закрепляются даже генетически (отрезки прямых линий, угловые точки контуров, выделяемые рецепторными полями). Маловероятные сочетания хранятся в оперативной памяти.

Целостный образ формируется как непрерывный ряд элементов изображения в результате протекающего во времени воздействия объекта на рецепторы.

Всеми этими обстоятельствами объясняется тот факт, что чувственные впечатления, возникая в результате воздействия агентов внешней среды, выступают для индивида не в виде отражения микроструктуры объекта (например, квантово-волновой структуры света) и импульсного характера деятельности нервных образований, а в виде микроскопических непрерывных изображений в предметном значении (причем пространственно-временные характеристики объектов даны не в масштабах анализаторов, а в масштабах самих объектов).

Привязывается ли материальная основа образа к определенным анатомо-физиологическим структурам? Несомненно. Отделение одного чувственного восприятия от другого основана на разных анатомических элементах, по-разному расположенных в мозге, расшифровывающих частотный код при помощи которого может передаваться несколько типов информации по одному каналу. (Например, «ксилофон» основной мембраны улитки очень четко воспроизведен в коре мозга.)

Но если исходить из вероятностной структуры модели, то понятие о морфологическом субстрате становится расплывчатым: достаточно допустить, что связи нейронов случайны, и вероятность взаимодействия убывает с длиной связи.

Можно согласиться с предположением М. Бреже, что накопление следов зависит от использования очень большого числа афферентных путей, ведущих к высшим этажам ЦНС, каждый из которых отвечает различным кодом на один и тот же раздражитель, в результате чего в накопитель информации поступает многообразный код. (При одном входе едва ли разрешим вопрос о пространственном и временном кодировании в одной и той же системе.)

Отсюда вытекает такое мнение: можно потратить всю жизнь на безуспешные поиски единичного следа памяти как измененного состояния или соединения данной определенной клетки, но этот след, по мнению О. Г. Шмитта, будет присутствовать, распространенный «по массе клеток в виде небольшого возмущения общих схем возбуждения во времени и пространстве». Однако эта логически допустимая и наиболее простая схема едва ли самая экономная. При специализации и стереотипизации внешних воздействий более целесообразной явится модель со стабильной структурой.

Советский ученый Э. А. Асратян, разбирая современное состояние проблемы условного рефлекса, отмечал такое высказывание И. П. Павлова: «В затылочной доле, как известно, находится специальный зрительный отдел, в который прежде всего и приходят раздражения с глаза и где они вступают в функциональные связи как между собой для образования сложных зрительных раздражений, так и непосредственно в условные связи с различными деятельностями организма».

Э. А. Асратян считает, что великий физиолог имел ввиду установление связей при возбуждении кортикального очага не только между этим и другими возбужденными оча-

гами, но и внутриочаговые связи для образования «сложных раздражений»². При этом Э. А. Асратян подчеркивает, что образование «местного условного состояния» является первым шагом к образованию условного рефлекса как продукта устойчивого дистанционного контакта между различными клеточными популяциями.

Таким образом, надо всегда учитывать динамику перехода «вероятностной» модели в «стереотипную». Мы полагаем, что на этой основе можно провести грань между видами памяти — оперативной (вероятностные модели) и долговременной (стереотипы).

Организация памяти непосредственно вытекает из организации восприятия информации, процессов ее кодирования и декодирования, способа построения психического изображения. Во всех этих процессах большую роль играют колебательные процессы в ЦНС человека и животных.

Со времени Н. Е. Введенского внимание исследователей все больше приковывается к значению ритмики нервных процессов, ее роли в обеспечении условнорефлекторной деятельности. Очевидно, значение колебательных процессов выйдется на общих свойствах живого.

Действительно, правомерно считать, что живая система состоит из двух видов термодинамически разных веществ: неводных компонентов (носителей информации) и внутриклеточной воды. Последняя постоянно ритмически переходит из квазикристаллического состояния в жидкое. Эта пульсация — основной динамический фактор обмена веществ. Структура воды непосредственно предопределяет состояние внутриклеточного белка. Отсюда намечается связь между процессами ритмического изменения белковых молекул и процессами долговременной памяти на молекулярном уровне. Даже оперативную память можно рассматривать как набор нелинейных автоколебательных систем с обратной связью.

Но и на системном уровне эграммы начинают связывать с ритмикой биоэлектрических процессов в головном мозгу человека и животных.

С одной стороны, циклическая активность объединяет функции мозга в пространстве и времени, обеспечивая отсчет времени и образование кратковременной памяти,

² Выдвинутые позднее представления о «клеточных ансамблях» (Хебб), «образе внешнего мира» (Бериташвили), «нервной модели» (Соколов) и «местном условном состоянии» (Асратян) являются повторением или развитием идеи И. П. Павлова.

обуславливает следовые явления и объединяет следы прошлых раздражений со сдвигами, возникающими в ЦНС при текущих сигналах. Считают, что циклическая активность, вызывая стойкие физико-химические и микроструктурные изменения в нейронах, ведет к образованию долговременной памяти.

С другой стороны, энцефалоскопические исследования натолкнули исследователей на мысль, что при восприятии изображения какое-то «развертывающее» устройство у основания мозга последовательно включает различные зоны коры: происходит «считывание» изображения.

Считают, что соседний нейрон возбуждается через 1 мс, а при счете про себя на одну цифру уходит 100 мс, предполагают, что память не организована по типу одномерной цепи, а представляет многомерный ансамбль нейронов, по которому диффузно распространяется возбуждение. Мы еще вернемся к этому вопросу, но пока сделаем вывод: очевидно, механизмы памяти не могут рассматриваться без привлечения процессов селекции или стробирования, основанных на ритмике нервных процессов.

Видимо, правы американские исследователи Д. Смит и С. Девидсон, заключившие, что «колебательные явления и цикличность лежат в основе кратковременной динамической памяти, необходимой для передачи ее в более долговременную память...».

Хочется отметить, что обширный экспериментальный материал позволяет сделать весьма интересные заключения. Например, известно, что забывание подчиняется гиперболическому закону. В то же время кривая забывания качественно совпадает с кривой Гоорвега — Вейсса — Лапика, выражающей соотношение между силой и длительностью тока, необходимого для порогового раздражения нервных элементов, количественными закономерностями местного электронаркоза ствола нерва, электронаркоза целостного организма, влияния ионизирующей радиации на ЦНС. Налицо определенная общебиологическая закономерность.

Совершенно очевидно, что развитые представления могут быть формализованы. Существует, например, модель, учитывающая положение о существовании двух фаз, определяющих механизм памяти: первичного возбуждения и постоянных изменений в нейронах. При взаимодействии клеток в первой фазе происходит возбуждение части клеток, сохраняющееся в течение некоторого времени после раздражения и затем приводящее к постепенному изменению их свойств.

Образовавшиеся ассоциации клеток возбуждаются и взаимно поддерживают возбуждение. Взаимодействие этих клеток с не вошедшими в ассоциацию сводится к торможению.

Рефлекторная теория памяти

Рассмотрение математических процессов на системном уровне с позиций рефлекторной теории позволяет высказать еще ряд предположений, прежде всего относительно феномена воспроизведения³.

Очень вероятно, что процесс воспроизведения должен быть чрезвычайно близок (по сущности) процессу записи; эти процессы отличаются по знаку, а не по структуре. Стало быть, воспроизведение, как и создание мозговых моделей, должно сопровождаться циркуляцией информации по «вертикальному» маршруту. Выдающуюся роль в этом процессе будет играть моторное звено, основой направленного воспроизведения можно считать явление доминанты, а не метод последовательного перебора и т. д.

Эти взгляды в большой степени предвосхищены И. М. Сеченовым в работах «Элементы мысли», «Кому и как разрабатывать психологию», «Впечатления и действительность», «О предметном мышлении с физиологической точки зрения» и др. Рассматривая мышление (или, во всяком случае, значительную группу мыслительных процессов) как процесс, называемый теперь моделированием, ученый указывал, что:

...когда же в теле репродуцируется какой-нибудь психический акт, это значит просто-напросто, что акт повторяется весь целиком, следовательно, для случая зрительного представления воспроизводятся и те движения, которые обыкновенно употребляются глазом при рассмотрении предмета.

Это очень важно: через всю историю проблемы изучения построения и воспроизведения психического изображения от Аристотеля через Дидро, Вундта, Гельмгольца до Сеченова, Павлова, Ухтомского красной нитью проходит утверждение о первичности и исходной роли тактильно-мышечных ощущений в создании образов других модальностей.

Современные представления развивают эти мысли Сеченова на новом уровне, на «новом витке спирали». Так, советский ученый Л. М. Веккер указывает, что взаимодей-

³ Мы здесь не касаемся особенностей второй сигнальной системы. Возможно, правильно сравнивать первую сигнальную систему с аналоговой, вторую — с цифровой системой, а воспроизведение — с преобразованием аналоговых процессов в цифровые.

ствие анализатора с источником сигнала кодируется частотно-импульсным нервным кодом. Нервный импульс, сохраняя изоморфные отношения к элементу источника сигнала, непосредственно не воспроизводит характеристики последнего. Они кодируются распределением импульсов во времени. Чтобы вернуться от элемента сигнала-кода к элементу сигнала-изображения, воспроизводящему характеристики источника, необходимо декодирование в виде рефлекторного акта, повторяющего исходное состояние анализатора.

Полагая, что повторение одного и того же рода возбуждений чувствующего «снаряда» при меняющихся условиях перцепции ведет неизбежно к расчленению ощущений, которым определяется превращение их в «представления», И. М. Сеченов утверждал:

...на всех ступенях развития чувственных групп в расчленении их двигательные реакции, помещающиеся на поворотах чувствования, принимают самое деятельное участие. Понятно, что в каждой чувственной группе рядом со зрительными, слуховыми и другими звеньями запоминаются на общих основаниях и мышечные; следовательно, в памяти развитие группы идет рука об руку с развитием пространственных и других отношений между ее звеньями. Это и есть классификация предметов со стороны их принадлежности как частей к целому.

Замечательны догадки русского физиолога о характере переработки информации при ее фиксации.

Признавая, что

...чем в большее число разных отношений, в большее число разных точек соприкосновения может быть приведена данная вещь к другим предметам, тем в большем числе направлений она записывается в реестры памяти,

он отмечает:

...все повторяющиеся, близко сходные впечатления регистрируются в памяти не отдельными экземплярами, а слитно, хотя и с сохранением некоторых особенностей частных впечатлений. Благодаря этому в памяти человека десятки тысяч сходных образований сливаются в единицы и вообще становится возможным сумму всего действительно запоминаемого в отношении ко всему виденному, слышанному и испытанному выражать сотнями, если все перечувствованное мерять миллионами.

Наконец, И. М. Сеченов подчеркивает значение того процесса, который мы теперь называем разверткой, сканированием:

...рядовому записыванию впечатлений соответствует фиксирование в центральной нервной системе тех последовательных процессов, которыми обусловился данный чувственный ряд.

• Последовательные процессы обуславливаются, по мнению Сеченова, «раздельными реакциями упражненного органа чувств на сложное внешнее воздействие».

Действительно, многие факты, помимо теоретических соображений, говорят в пользу того, что существует сканирующий механизм. Ранее мы приводили трактовку Н. Винера по этому вопросу (об устройстве групповой развертки он писал еще в «Кибернетике», уподобляя его суммирующему или множительному блокам ЦВМ).

М. Бреже утверждает, что сенсорные стимулы регистрируются при сопоставлении с определенной временной шкалой: при сопоставлении фазы и частоты ответа с фазой и частотой альфа-ритма. Г. Уолтер, развивая «сканинг-теорию», признавал, что альфа-ритм по своей функции подобен механизму развертки в телевизорах.

Многие считают, что альфа-ритм отражает прохождение через всю массу нейронов периодической волны повышения возбудимости. В этот период мозг наиболее чувствителен к информации, поступающей с периферии.

К. Лэшли, например, допускал наличие центрального механизма, готовящего движения и развертки, отбирающего элементарные движения в строгом порядке, но он отказался от предположения, что эти движения связаны ассоциативной цепью, так как если какое-нибудь звено цепи повторяется, то оно должно иметь две ассоциативные связи, однако нет такого механизма, который позволил бы выбрать в одном случае одну связь, а в другом — другую. П. Милнер прав, указывая, что мы вспоминаем элементы в той последовательности, в которой они были предъявлены, и поэтому ни одно объяснение мнестических процессов не может считаться полным, если оно не учитывает этого обстоятельства⁴.

Английский ученый Д. Мак-Кей поставил под сомнение гипотезу сканирования на основании опытов по восприятию зрительных образов, модулированных альфа-ритмом. На наш взгляд, можно сомневаться не в идее сканирования, а в роли альфа-ритма в этом процессе.

⁴ Своеобразное преломление идеи сканирования нашло отражение в одной электронной модели человеческой системы опознания. Раздражитель оптически проецируется на модель, в которой элементы, обладающие дифференциальной светочувствительностью, составляют линейные цепи, веерообразно расположенные. Бегущие по линиям сигналы перешифровываются во временной код. В каждой линии через строго определенные промежутки времени генерируется импульсный код, так что определенная пространственная конфигурация объекта кодируется в виде определенных временных соотношений.

И не это ли обстоятельство заставило П. Милнера (впрочем, не без некоторого экспериментального обоснования) признать наличие в ЦНС специальных сканирующих нейронов? (При этом ученый замечает, что развертка в нервной системе коренным образом отличается от развертки в телевизоре.)

Вероятно, правы Л. М. Веккер и Б. Ф. Ломов, считающие, что для создания и воспроизведения психического изображения характерно единство последовательной и параллельной развертки.

Образование и воспроизведение следов увязывалось И. М. Сеченовым с динамикой возбуждаемости нервных приборов: «...усиление возбудимости нервных снарядов вследствие их управления и составляет в то же время причину «физиологического обособления» путем возбуждения». Важно подчеркнуть: под «нервными снарядами» ученый понимал всю рефлекторную дугу, а не только нервные центры.

Физиологическое обоснование «путем возбуждения» — это, конечно, зародыш учения о следовых условных рефлексах, динамическом стереотипе И. П. Павлова и доминанте А. А. Ухтомского.

Еще не все ясно в конкретных механизмах этих процессов. Известно, что циркуляция импульсов между корой и подкоркой приводит к продолжительной биоэлектрической активности этих образований, в тысячи раз превышающей длительность раздражений. Но в то время, как одни думают, что отрицательные, сравнительно медленные потенциалы коры — выражение длительных стойких возбуждений Введенского — играют важную роль в образовании следовых условных рефлексов, другие приходят к выводу, что основой следового рефлекса является длительная активность подкорки.

Очевидно, следует, исходя из современной точки зрения о «вертикальной» организации условного рефлекса, принимать функциональное единство корково-подкорковых аппаратов, замкнутых в «функциональное кольцо». При этом регулирующая функция остается за корой больших полушарий, которая через подкорковые неспецифические системы ствола мозга, таламуса и гипоталамуса регулирует свое рабочее состояние.

Следовые условные рефлексы связаны с инерционностью доминанты. А. А. Ухтомский утверждал, что физиологической основой удержания следов возбуждения является доминанта — объективное единство пространственных структур

тур мозга и ритмически протекающих в них процессов возбуждения и торможения.

Признание рефлекторной природы процессов памяти, указав на роль доминанты не является игрой в терминологию.

Прежде всего, совершенно обоснованным является рассмотрение организации памяти как многоуровневой системы ассоциаций. Известно, что И. П. Павлов отождествлял временную связь и ассоциацию. Отсюда можно, во-первых, постулировать «этажность» ассоциаций (выше уже говорилось о процессах моделирования в головном мозгу); во-вторых, глубже понять механизм ассоциаций. В основе ассоциации лежит, очевидно, «вертикальная» организация по типу корково-подкоркового рефлекса при циркуляции информации по маршруту: центр — периферия — центр. Создание ассоциаций подчиняется вероятностным законам и, видимо, не может протекать без вероятностного предвидения. На инерции движения возбуждения в нейронах мозга — сохранении следов траектории движения объекта — основаны экстраполяционные рефлексы, позволившие прогнозировать движение объекта, подчиняя этому поведение субъекта. Выясняется роль эмоций как «санкционера» той или иной ассоциаций. Очевидно, что выборка из памяти обусловлена задачами афферентного синтеза:

Мы позволим себе сделать еще одно допущение. Советский исследователь Н. В. Голиков разделял следовые реакции на четыре типа: экзальтационное последствие; торможение вслед за возбуждением; возбуждение вслед за торможением; тормозное последствие. Весьма вероятно, что, например, ассоциация по контрасту основана на втором или третьем типе следов, ассоциации по сходству — на первом. Поскольку все четыре типа рассматриваются как различные стадии единого парабютического процесса в нервных центрах, то, очевидно, это обстоятельство может быть основанием для поиска генетического родства всех видов ассоциаций.

Характер образования следов как условных рефлексов и доминанты позволяет высказать ряд предположений о том, что представляет собой заболевание. Это — не пассивный процесс, не разрушение связей, как думают некоторые исследователи, а процесс активного торможения. Еще И. П. Павлов утверждал, что неподкрепление условного раздражения ведет не к разрыву связей, а к их торможению. Причем это торможение может длиться очень долго, а связь после его исчезновения может актуализироваться (ретро-

градная амнезия). Это утверждение приобретает убедительность в свете данных Р. С. Мнухиной об органическом средстве следовых условных рефлексов с процессом внутреннего торможения. Строгое доказательство сохранения временных связей на протяжении десятков лет дали Л. А. Новикова и М. И. Земцова. Широко известны случаи, когда во время патологического состояния человек воспроизводит большие массивы информации, хранящиеся десятки лет. Такие же факты наблюдались и во время развития некоторых психических расстройств.

Мы предполагаем, что процессом, лежащим в основе забывания, может быть известный феномен «торможения вслед за возбуждением», открытый А. А. Ухтомским и И. А. Ветюковым в 1925 г.

Представление о забывании как о торможении, а не разрушении связей находит свое отражение и в последних математических моделях.

Сказанное выше не отрицает возможности хранения информации в мозгу по голографическому принципу. Эти взгляды были развиты в Советском Союзе (С. Н. Брайнс, А. И. Суслов, 1968) и за рубежом.

Ф. Р. Вестлейк (США) подчеркивает, что математические модели, опирающиеся на известные элементарные нейрофизиологические процессы, могут описывать также и «нейроголографические» процессы. Это осуществляется с помощью уравнений, заимствованных из оптической голографии, которые дискретизируются в пространстве и времени и преобразуются таким образом, чтобы сделать возможной замену формы нервного спайка синусоидальных колебаний, используемых в оптической голографии. Ученый подробно разбирает возможные или вероятные различия между оптическими и нейроголографическими процессами. Различные типы голографических процессов рассматриваются им с точки зрения их пригодности как модели нервных процессов. Голография, основанная на преобразовании Фурье, вероятно, лучше всего подходит для создания первых нейроголографических моделей.

Предложено объяснение возможного соответствия или изоморфизма пространства состояний голографического процесса с пространством состояний процессов нервного кодирования. На уровне голограмм наиболее вероятным является, во-первых, соответствие между фазой электромагнитной осцилляции и внутриспайковым интервалом и, во-вторых, соответствие между амплитудой и высотой нервного им-

пульса. При необходимости высота импульса на нейроголограмме может быть ограничена и закодирована двоичной переменной «импульс — нет импульса», что позволяет изменять контрастность «серых пятен», возникающих при реконструкции изображения исходного объекта-стимула. Имеются нейрофизиологические данные, указывающие, что высота импульса, возникающего в плоскости объекта-стимула, может быть закодирована в терминах когерентности — некогерентности, что хорошо согласуется с нейроголографическими процессами.

Казалось бы, понятие о распределенности и определенных анатомических субстратах мозга противоречат друг другу. Но это не так. Говоря о путях распространения информации в мозгу, мы представляем себе, какие образования обеспечивают запись пространственной структуры волны возбуждения, необходимой для гелогографического процесса.

Подходы к управлению памятью

Мы подходим к вопросу об управлении памятью. В 1976 г. в Ленинграде состоялся международный симпозиум, посвященный этой проблеме⁵.

Выяснилось, что делаются различные попытки воздействовать на процессы памяти как фармакологическими, так и физическими факторами. Мы уже рассказывали об опытах У. Пенфилда. Советские ученые, учитывая, что воздействие химическими агентами ограничено из-за отсутствия избирательного влияния на различные звенья мозга, отдают предпочтение электрической стимуляции живыми электродами.

Выходит, что можно «по заказу» вызвать воспоминания, извлекать информацию из «кладовых» мозга? А возможно, и управлять процессом запоминания? Какие огромные резервы раскрываются для нас!

Н. П. Бехтерева считает, что можно допустить реальность возможности жизни мозга в разных системах времени, то есть в особых условиях, например, при угрозе жизни или при напряженной умственной деятельности, как у феноменальных счетчиков, которые за секунды проделывают, скажем, умножение многозначных цифр. Видимо, электрическим раздражением можно заставить мозг жить новой, «ускоренной» жизнью. Добиться этого можно и влиянием химических агентов.

⁵ Интересующихся проблемой мы отсылаем к сб.: Механизмы управления памятью.— Л., 1979.

Ускорение мозгового отсчета времени — разве это не фантастика? Конечно, пользоваться таким методом нужно предельно осторожно: такие воздействия могут привести к быстрому износу малоустойчивых систем мозга.

Научиться электрической стимуляцией вызывать к жизни «спрятанную» информацию было бы грандиозно. Мало этого, учитывая, что мозг, как правило, очень быстро находит нужную информацию, можно было бы перенести принципы устройства мозговой памяти на память ЭВМ и сделать кардинальный скачок вперед при создании сверхмощных машин.

Но пока что это «сверхзадача», дело отдаленного будущего. Дело в том, что явления, которые наблюдал У. Пенфилд, вызываются приложением электродов непосредственно к определенным участкам мозга. Глобальные изменения (так называемая ретроградная амнезия) вызывается сильным воздействием тока на мозг. В чем основа этого, пока неизвестно: или прошлое действие тока на мозг, или косвенное влияние гармональной системы мозга.

Найти возможность направленного воздействия на подструктуры мозга через неповрежденный череп — вот что нужно.

Вертясь, стеклянный шар дает удары
с блеском,
С громовым сходственным сверканием
и треском.

Дивился сходству ум...
И больше в том одном рачение имел,
Чтоб силою стекла болезни одолел.

М. В. Ломоносов

«АД» И «РАЙ» В МОЗГУ

Уже не первое десятилетие электрический ток применяется для управления основными нервными процессами, для влияния на процессы жизнедеятельности.

Весьма перспективна попытка местного воздействия электрическим током, направленное на ускорение заживления ран, торможение роста опухолей, стимуляцию и регулирование деятельности сердца с помощью миниатюрных электростимуляторов, вживленных в организм, электростимуляцию ослабленных или парализованных мышц и органов.

Можно привести целый ряд примеров.

Американский врач А. Хаймс предложил метод слабой электрической стимуляции околораневой ткани. На теле больного как можно ближе к послеоперационному шву укрепляют электроды — две тонкие полоски алюминия. На них подают слабый ток от трех батареек карманного фонаря. Почти во всех случаях — а опыты проводились на 320 пациентах — боль удавалось снимать.

Местная анестезия, призванная снять боль, сама по себе бывает довольно болезненной. Различного рода уколы или воздействия электрическим током малого напряжения могут вызвать весьма неприятные ощущения.

В университете штата Юта (США) разработано устройство для местной анестезии, использующее принцип ионо-

фореза, или, как его еще называют, ионогальванизации. Ионофорез основан на общеизвестном свойстве одинаково заряженных частиц отталкиваться, а имеющих разный заряд — притягиваться друг к другу. Частицами в данном случае выступают положительно заряженные ионы анестезирующего вещества, которое находится в небольшой подушке, расположенной под положительным электродом устройства и наклеенной на ленту, которую накладывают на участок тела, подлежащий обезболиванию. Отрицательный электрод насыщен проводящим гелем, а источник постоянного тока — силовой блок карманного размера — соединен с лентой кабелем. При включении тока ионы анестезирующего вещества отталкиваются от положительного электрода и проникают через кожу в тело пациента. Десяти — пятнадцатиминутная местная анестезия наступает через 6—7 мин, причем пациент при этом не ощущает никакой боли.

Дополнительное преимущество такого устройства состоит в полном устранении риска внесения инфекции, что иногда бывает при обезболивании с помощью уколов.

Впервые рекомендовал «применять» скат при головной боли в сочинении «Составление лекарств» древний врач Скрибоний Ларга (50 г. н. э.). Однако только в XVIII в. исследователи поняли, что лечебное действие ската связано именно с электрическими ударами.

М. В. Ломоносов в «Записке о пользе стекла» предлагал поставить силу электричества на службу здоровья человека.

В наши дни физические методы лечения находят все большее и большее применение. Тут и статическое электричество — потомок стеклянного шара Ломоносова (франклиннизация), и постоянный ток (гальванизация), и введение ионов лекарственного вещества с помощью того же тока (ионогальванизация), и переменный ток (фарадизация, электростимуляция мышц, диадинамическая терапия), и импульсные токи низкой частоты, и токи высокой частоты малой силы (дарсонвализация), и диатермия (прогревание тканей с помощью токов высокой частоты), и дистантное воздействие с помощью магнитного поля, индуктотермии и поля УВЧ.

О дистантном воздействии будем говорить в дальнейшем, а здесь только отметим, что гальванизация применяется при болях различного происхождения (невралгиях, радикулитах и т. п.), при поражении нервных стволов, при неврозах, контузиях и сотрясениях мозга, сосудистых нарушениях в головном мозгу. С помощью постоянного тока можно вводить в кожу целебные препараты (антибиотики, кальций, иод, бром и т. д.).

Импульсные токи низкого напряжения и низкой частоты широко используются для электростимуляции — вызова сокращения мышц с нарушенными функциями. В частности, для этого успешно используют созданную в Институте кибернетики АН УССР Л. С. Алеевым и С. Г. Буниным многоканальную систему управления движениями «Миотон».

...Невыносимая боль, не поддающаяся никаким медикаментам, сопутствует некоторым болезням и ранениям. Бывает, что оказываются бессильными даже такие сильнодействующие средства, как морфий. Но вот больной нажимает кнопку небольшого 150-граммового прибора, и боль исчезает.

Чудо! Да, только оно требует основательной технической и хирургической подготовки. Недостаточно поместить в карман халата или пижамы хитроумный прибор. Предварительно надо подвергнуться серьезной операции — вживлению в определенные места головного мозга двух электродов толщиной в несколько микронов. Тогда электрические импульсы, посылаемые прибором, подействуют на область, «ведающую» болью. Напряжение в 9 В временно парализует центр боли, не оказывая влияния на другие отделы мозга.

Этот прибор изобретен нейрохирургом и психиатром Гарвардского университета Ф. Эрвином. Пока он применяется главным образом для облегчения участи безнадежно больных раком.

А вот другое сообщение.

Более двух лет не срасталась сломанная лодыжка у американца Висенхофа. Все усилия врачей были безрезультатны. Но вот лечением больного занялись специалисты из Пенсильванского университета К. Брайтон и Э. Фрайденберг. В том месте, где была сломана кость, установили электроды и пустили по ним слабый постоянный ток. Спустя десять недель лодыжка полностью срослась. Уже шесть лет К. Брайтон и его коллеги занимаются экспериментами по использованию электричества при сращении переломов. Ученые утверждают, что под действием электрического тока срастаются даже такие кости, которые были сломаны десять и более лет назад.

В нашей стране разработан метод импульсной дефибрилляции (Н. Л. Гурвич): применение сильного (несколько тысяч вольт), но короткого (0,01 с) импульса. Электростимуляция такого важного органа, как сердце, позволяет спасти жизнь больных при внезапном «отказе» этого неутомимого мотора, бороться с грозным осложнением при грудной операции — фибрилляцией (трепетанием) желудочков.

Можно добиться нормализации сердечного ритма при хронических заболеваниях сердца, стимулируя его с помощью вживляемого в организм человека прибора. Идет непрерывное совершенствование этих приборов. Обычные батареи, истощающиеся через 18—30 месяцев работы, заменяются атомными, которые по толщине близки к сигарете, а по длине — к ногтю. Такие батареи могут работать до 10 лет.

Известны конструкции стимуляторов, которые управляются генератором, находящимся вне тела. Радиочастотная передача стимулов применяется сейчас в эксперименте на животных для раздражения различных областей мозга.

Мы рассказали, как электрический ток используется для блага человека. Но он может применяться и во вред ему. Применяться совершенно сознательно! Читатели, конечно, знают о пытках электрическим током, о том, что казнь на электрическом стуле — печально известном американском изобретении — тоже является пыткой.

В 1890 г. в Нью-Йорке посредством электричества был впервые казнен человек. Специальным законодательным актом было утверждено: для этого нужно напряжение 2000 В. Утверждалось, что при включении тока смерть наступает «легко и незаметно, как сон». Вскоре выяснилось, что смерть наступает не мгновенно, а через несколько минут после включения и, чтобы убить человека, чаще всего нужно включать ток неоднократно или держать его под током сравнительно долго.

Так, 22 августа 1927 г., когда приводился в исполнение приговор над революционерами Сакко и Ванцетти, то Сакко держали под током напряжением 2100 В девять минут, а Ванцетти выдержал ток 1950 В семь минут!

Проходят годы, а мы продолжаем узнавать о пытках электрическим током патриотов в различных странах, где царят расизм и геноцид.

В июле 1981 г. «Комсомольская правда» в заметке «Электрогнев... «божий» сообщила (автор — В. Манвелов):

Семилетний мальц, пряча испуг в вымученной улыбке на трясущихся губах, — кому хочется прослыть трусом среди товарищей, — обреченно опускается на табурет, к которому тянутся электрические провода. В тишине ударом метронома раздается отсчет времени:

«10, 9, 8 ..., 2, 1. Ток!»

Щелкает рубильник. У мальчугана от электрического разряда по телу пробегает дрожь. От боли наворачиваются на глаза слезы...

Что это? Сцена из очередного фильма ужасов? «Новая шутка» южноафриканских расистов? На этот раз всего-навсего

очередной урок «закона божьего» в городе Гранд-Рапидс, что в американском штате Мичиган. Да, именно в США, в стране, которая из кожи вон лезет, чтобы прослыть на международной арене чем-то вроде «агела хранителя» свободы и демократии.

Вот уже шесть лет — и не в каких-то тайных застенках, а практически на виду у всех — священник Ваймер с помощью электротока пытается наставить свою паству в коротких штанишках на путь истинный.

— Иногда, — пытается объяснить свои деяния «новатор в педагогике», — бог говорит с вами, взывает к вам, а вы его не слушаете. Тогда он вынужден развить своим словом прямо в сердце.

И дабы не терять времени в ожидании, когда же всевышний потеряет терпение и перейдет к решительным действиям, священник сконструировал на досуге нечто подобное электрическому стулу, установил в классной комнате аккумулятор и начал щелкать рубильником. «Электрический разряд делает детшек необычайно восприимчивыми к слову божьему», — умиляется изувер в сутане.

Поскольку мы начали рассказ о борьбе при помощи электростимуляции с болью и различными патологическими явлениями, то естественно перейти к управлению центральными механизмами боли и ликвидации патологических процессов, зависящих прежде всего от «искривления» процессов в центральной нервной системе.

Друг или враг!

Боль... При этом слове всегда возникают неприятные воспоминания. Один вспоминает рану на фронте, другой — операционный стол хирурга, третий — болезнь.

Так что же такое боль — враг? Это было бы слишком поспешным заключением. А если бы мы всегда не чувствовали боли? Это было бы очень плохо — мы не знали бы, что коснулись пламени или тело пронзила пуля. Человек, лишенный болевого ощущения, скоро бы погиб.

Не все, правда, так думают. Французский нейрохирург Р. Лериш писал перед второй мировой войной: «Защитная реакция? Счастливое предупреждение? Но в действительности большинство болезней, и притом наиболее тяжелых, появляется у нас без предупреждения. Почти всегда болезнь — драма в двух актах, из которой первый протекает в мрачном безмолвии наших тканей; светильники погашены, мерцают лишь свечи. Когда же появляется боль, это почти всегда уже второй акт. Слишком поздно. Развязка приближается. И боль делает только более мучительным и более печальным уже и так безнадежное состояние».

Это весьма спорная мысль. Хотя болевой сигнал порой и опаздывает, но, как правило, он предупреждает о неблагополучии в организме.

Люди давно задумывались над тем, чтобы уничтожить боль тогда, когда она из сказочного золотого петушка, кричащего об опасности, превращается в Прометеева орла, жестоко терзающего тело.

Особенно это важно при хирургическом вмешательстве. Недаром Багратион сказал в 1812 г.: «Легче пробыть шесть часов в бою, чем шесть минут на перевязочном пункте». Возможно, полководец и погиб из-за страха перед операцией, ибо он отказался «с видимыми знаками душевного негодования и прискорбия» от ампутации после ранения под Бородино.

Почти шесть веков тому назад уже были известны различные приемы, снимающие или уменьшающие боль. В ход шло все: и вытяжка из мака, и большие количества вина, и сдавливание шеи до обморока.

Хирурги мечтали прежде всего о высоком классе оперирования: достижением было за минуту — полторы отсечь женщине грудь, пораженную раком. Главный хирург французской армии после Бородинского сражения на протяжении одной ночи сделал двести ампутаций!

Но избавление от страданий пришло позже, когда в 40-х годах прошлого столетия были открыты обезболивающие свойства эфира и закиси азота («веселящего газа», как тогда говорили), а затем хлороформа.

Отечественная наука по праву гордится тем, что у истоков анестезиологии (области химической медицины, изучающей проблемы обезболивания и управления жизненно важными функциями организма во время, до и после операции) стоял выдающийся русский хирург Н. И. Пирогов. Он одним из первых понял, что наркоз (от греч. — оцепенение) должен «совершенно преобразовать хирургию» и создал новые методы его применения. Пироговым был впервые испробован способ введения паров наркотика прямо в трахею. Теперь, особенно в грудной хирургии, этот метод стал основным.

Много воды утекло с тех пор, как в американском городе Бостоне в 1867 г. был воздвигнут «Памятник эфиру». С того времени в науке об обезболивании произошло много изменений. В нашей стране родился внутривенный наркоз, русские ученые были в авангарде исследователей, разработавших метод местного обезболивания.

Местное обезболивание — блестящее достижение науки, но, на наш взгляд, остается в силе положение, очень четко

сформулированное одним из выдающихся хирургов С. П. Федоровым: «Каждый из нас, попадая на операционный стол, имеет полное право требовать ничего не видеть и ничего не знать о том, что над ним делают». Сознание того, что ты присутствуешь на собственной операции, иногда приводит к тяжелым расстройствам.

Если у низших животных всякая боль полезна как сигнал о вредности и мобилизатор адаптационных механизмов, то у высших (и у человека в частности) сильная или длительная боль ведет к расстройству процессов регуляции и истощению приспособительных механизмов.

Если еще учитывать, что в результате векового применения обезболивающих веществ человечество в значительной степени потеряло свою устойчивость к боли, то проблема борьбы с ней приобретает особое значение.

Задачи анестезиолога, по словам советского ученого Н. М. Амосова, состоят в том, чтобы выключить сознание, предотвратить истощение адаптационных (приспособительных) механизмов, обездвижить человека и добиться полного расслабления его мышц и, наконец, свести к минимуму вредное (токсическое) действие наркотика на клетки и органы.

Лучше всего эти задачи решаются применением газового наркоза (пары наркотика или газ и кислород поступают в трахею через особую трубку) и так называемых релаксантов (веществ, по своему действию напоминающих яд кураре: они парализуют мускулатуру). Тогда во время операции человек дышит с помощью аппарата искусственного дыхания.

В последнее время в крупных клиниках, особенно при операциях на сердце, применяют также общее или частичное охлаждение тела человека и его органов. Обменные процессы при этом тормозятся, и можно меньше бояться последствий кислородного голодания клеток, если остановить на некоторое время сердце.

Анестезиология по праву может гордиться своими успехами. Но ее бурное развитие в известной мере тормозится отсутствием разработанной теории наркоза.

О механизмах наркоза

Одни считали, что наркотики, растворяя жироподобные вещества нервных клеток, которыми они богаты, легко проникают в пейроны. Другие думали, что наркотик, накапливаясь на поверхности клеточных мембран, не дает возможности распространяться возбуждению. Третьи все дело

сводили к торможению окислительных процессов. Известный американский ученый Л. Поллинг считает, что молекулы наркотика, вступая во взаимодействие с молекулами воды, имеющейся в мозгу, образуют особые соединения в виде микрокристаллов. Энергия электрических колебаний мозга при этом падает: наступает потеря сознания.

Порок всех теорий, рассматривающих действие наркотика на клеточном уровне, — это то, что молчаливо допускается одинаковое действие наркотика на все нейроны. Удачно сказано: такая теория требует, чтобы мы остановили часовой механизм, отломав от каждого колесика его частицу. Между тем так рассматривать наркоз нельзя — достаточно сломать одно колесо, чтобы часы остановились.

Вот два факта, свидетельствующие в пользу подобного взгляда.

Еще до войны советский ученый П. В. Макаров доказал, что есть два типа наркоза. У низших животных наркоз развивается параллельно с появлением паранекротических (напомним, что это структурное выражение парабриоза) изменений в протоплазме. Это клеточный наркоз.

Но вот что поразительно: у более сложных организмов со сложившейся нервной системой наркоз наступает при концентрациях наркотика, в 2—6 раз меньших, чем те, которые вызывали наркоз у простейших. Это — наркоз нервного типа, обусловленный, вероятно, поражением синапсов.

П. В. Макаров не исключал возможности, что есть еще третий тип наркоза, связанный с тормозящим влиянием импульсов, исходящих из больших полушарий.

Другой факт, полученный И. И. Федоровым, касался как раз этого обстоятельства. Он перерезал спинной мозг животному и погружал его в эфирный наркоз. Концентрация наркотика, омывающего нервные аппараты как выше перерезки, так и ниже ее (дальше от головного мозга), была одинаковой. Но в то время, как передняя половина тела «спала», задняя — «бодрствовала». При увеличении дозы и нижняя часть туловища «засыпала».

Вспомнили и старые опыты знаменитого французского ученого К. Бернера. Лягушку, у которой прерван кровообмен между передней и задней половиной тела путем перетяжки, погружали передней частью в стакан с наркотиком. Наркотик не может с кровью попасть в заднюю часть тела, но и она «засыпает». Погружение же задней половины тела лягушки не вызывало угнетения ни задней, ни передней части. Отсюда вывод: наркоз связан с действием вещества на нервную систему и прежде всего на головной мозг.

По-видимому, в процессе действия эфирного наркоза можно выделить две фазы: первая — нервно-рефлекторная, когда наркоз обуславливается тормозными импульсами, идущими из верхних этажей ЦНС; вторая зависит от непосредственного воздействия наркотика на клетки ЦНС.

То, что наркотическое состояние можно снять, воздействуя различными полюсами постоянного тока на ЦНС животных, привело к мысли о двух типах наркотического торможения: первый вызывается эфиром или хлороформом; второй — действием барбитуратов (люминал, гексенал, этаминал натрия и др.).

Этот вывод многие исследователи считают спорным, также как и предположение о том, что наркотики следует делить на две группы в зависимости от места приложения их действия: «корковые» (эфир, хлороформ, алкоголь) и «стволовые» (барбитураты, магний).

Вопрос о группировке наркотиков еще ждет окончательного решения. Последние исследования биоэлектрической активности головного мозга при различных наркозах позволяют предположить, что специфика развития наркоза обусловлена различной длительностью стадии парабיוза (от греч. *παρά* — возле, мимо, вне и *βίωσις* — жизнь) и глубиной парабюотических изменений в коре и подкорковых образованиях.

Пытаясь понять механизм наркоза, советский исследователь В. С. Галкин пришел к выводу, что наркотики, действуя на нейроны коры, снижают их лабильность, и тогда любые приходящие раздражители, оказываясь для нервных клеток чрезмерными, вызывают запредельное торможение.

При этом наблюдаются парабюотические стадии. Когда торможение захватывает кору, то подкорка освобождается от влияний коры, в норме угнетающей ее, возбуждается, «бунтует». Человек начинает метаться: наступает, как говорят врачи, период возбуждения. Он ярко проявляется при вдыхании эфира или хлороформа. Происходит это в начале наркотизирования. «Бунт» подкорки кратковремен; когда торможение захватывает и ее, наступает глубокий сон.

То, что период двигательного возбуждения связан прежде всего с высвобождением подкорки из-под тормозящего влияния коры, заставляют признать многочисленные факты. В конце прошлого века в одной из работ школы Павлова было доказано, что после удаления больших полушарий у голубя и лягушки возбуждение при наркозе не наступает: подкорка тормозится сразу.

В лаборатории И. А. Аршавского (Москва) и в отделе биокрибернетики Института кибернетики АН УССР были проделаны такие опыты. Слепых щенят, у которых, как известно, не функционирует кора мозга и не созрела РФ, подвергали наркозу: период возбуждения у них не наступал.

Эти и другие исследования вызывают сомнение в правильности мнения, что наступление наркоза связано только с подавлением активирующей системы восходящей РФ или блоком подкорки.

Эксперименты, проделанные советской исследовательницей И. С. Робинер, показывают, что без подавления деятельности коры наркоз развиться не может, но это подавление может быть осуществлено разными способами: непосредственным угнетением деятельности корковых нейронов, влиянием на кору других структур мозга, в частности стволых, и, наконец, одновременным воздействием на кору и подкорку.

Нам кажется, что при объяснении явлений наркоза нужно прежде всего исходить из павловской установки о сходстве, по-существу — тождестве обычного и наркотического сна.

Как и в случае нормального сна, искусственно вызванное наркотическое состояние должно рассматриваться как результат саморегуляции коры с помощью таламическо-стволовых структур, как результат нарушения, а затем и перерыва «функционального кольца» — прямых и обратных связей между корой и этими образованиями.

Наши последние исследования механизмов наркоза¹ с помощью анализа биопотенциалов головного мозга на ЭВМ показали, что пространственно-временная «конструкция» возбужденных и угнетенных пунктов коры мозга и подкорковых образований и определяет в конечном счете функциональное состояние мозга как системы.

Успехи современной анестезиологии несомненны. Однако почему же каждый год появляются многочисленные сообщения о создании новых наркотических средств, новых методов наркотизирования? Как говорится, от добра добра не ищут...

Эти неустанные поиски свидетельствуют прежде всего о стремлении найти такой метод, при котором было бы сведено к минимуму токсическое действие наркотика, устранены неприятные, а иногда и тяжелые посленаркозные состоя-

¹ См.: *Иванов-Муромский К. О., Кузьмина К. И., Ладнушкин В. М.* Функциональная организация головного мозга при переходе від неспання до наркотичного стану.— *Вісн. АН УРСР*, 1978, № 5, с. 21—88.

ния, и наконец, окончательно предотвращена гибель больного от наркоза. Несмотря на усилия большой армии ученых, еще не удалось получить вещество, которое при малой токсичности обладало бы достаточной наркотической силой, сравнительно узким кругом противопоказаний, хорошей управляемостью, прекращало бы свое действие в любой желаемый момент. Существенны и такие факты, как дешевизна, взрывобезопасность, удобство транспортировки, простота в использовании и т. д.

Искусство врача до сих пор играет значительную роль в анестезиологии. Когда видного английского анестезиолога Р. Макинтоша спросили, умирают ли в его стране люди от наркоза и кто повинен в их смерти, он ответил: «Если человек, опущенный головой в воду, умрет, кто будет в этом виноват? Очевидно, не вода, а тот, кто держит человека под водой». По зарубежным данным, эфир в руках студента в 3,5 раза опаснее, чем в руках врача.

С трибуны хирургических съездов звучат полные тревоги слова о том, что применяемые для обезболивания и обеспечения безопасности операций методы — такие, как фармакологическая гипертония, потенцированный наркоз, управляемая гипотензия, гипортемия и т. д., — часто тают в себе опасности более тяжелые, чем сама операция. Недаром вслед за известным французским хирургом Р. Леришем местные и общие изменения в организме, вызванные хирургическим вмешательством и обезболиванием, называют «послеоперационной болезнью».

Но дело не только в нуждах сегодняшней медицинской практики. Речь идет о создании эффективных методов обезболивания в случае массового поражения людей. Необходимость развития так называемой экстренной анестезиологии диктуется особенностями прогресса современной техники и характером войн в нашу эпоху.

Экстренная анестезиология сразу же столкнулась с тысячью вопросов: какой метод наркоза применять, какую аппаратуру использовать в условиях, если на медицинские пункты хлынет поток раненых и обожженных людей?

По подсчетам зарубежных специалистов, в результате взрыва в большом городе одной водородной бомбы, эквивалентного взрыву 10 млн. т тротила, на каждый медицинский пост, расположенный на периферии пораженного участка, ежесуточно может поступить до 1200 раненых. Если даже на посту будет 10 хирургических бригад, то каждого раненого нужно будет усыпить и пробудить не позже чем через 10 мин.

Мы уже отмечали, что электромагнитные поля и электрические токи являются основным переносчиком информации в организме; с их помощью в нем осуществляются процессы регуляции и саморегуляции. Поэтому, если бы мы смогли воздействовать на нервную систему или органы животного и человека сигналами, близкими по параметрам к естественным электрическим, то это был бы оптимальный, наиболее гибкий метод управления системами живых организмов.

Вот почему внимание ученых все больше привлекает метод электронаркоза. В 1966 г. в Австрии состоялся Международный симпозиум, на котором было создано Международное общество по разработке вопросов электроанестезии и электросна (теперь оно называется Обществом по электростимуляции мозга). Вопросы электросна и электронаркоза вызвали значительный интерес участников симпозиума по проблеме сна в условиях космического полета, проходившего в 1968 г. в Москве. В 1981 г. состоялся уже шестой международный конгресс по электростимуляции мозга.

Итак, на повестке дня — электронаркоз. Что же мешает ему сделаться «королем наркоза», какие трудности лежат на пути управления мозгом с помощью электрических факторов?

История электронаркоза — тернистый путь исканий, проб и ошибок. Недаром в недавнем обзоре исследований американских ученых звучат горькие слова: электронаркоз остается методом «очень заманчивым, но обманчиво ускользающим из рук».

Электронаркоз открыт более 160 лет назад. В 1803 г. замечательный русский физик В. В. Петров опубликовал книгу с очень длинным (как это было принято в ту пору) названием: «Известия о Гальвани-Вольтовских опытах, которые производил профессор физики Василий Петров посредством огромной наипаче батареи, состоящей иногда из 4200 медных и цинковых кружков и находящейся при Санкт-Петербургской Медико-Хирургической Академии». В этой книге, в частности, описывалось влияние тока на рыб, помещенных в фаянсовое блюдо с водой. При пропускании тока рыбы замирали, перевертываясь вверх брюшком. Так было открыто явление, которое впоследствии получило название гальванонаркоза — торможение функций организма под воздействием постоянного тока.

С тех пор прошло немало времени, электронаркоз уже использовался при операциях на людях, но первый опыт его применения не забыт. Промелькнули сообщения о том, что

электрический ток применялся при ловле сардин. При охоте на китов с вертолетов используют электрические гарпуны. Даже в магазинах, где продают живую рыбу, пользуются электрическим сачком, «усыпляющим» ее.

Не нужно думать, что электронаркоз, подобно своим химическим собратьям, довольно быстро получил «зеленую улицу». Оказалось, что постоянным током вызвать наркоз у теплокровных животных и человека невозможно, и тогда начали изучать токи других параметров.

К 1960 г. в США и Франции была подтверждена возможность анестезии при экстракции зубов во время пропуска тока от индукционной катушки через десну или кожу. Знаменательно, что у истоков как фармакологического, так и электрического наркоза стояли зубные врачи — американцы В. Мортон, первый применивший в 1846 г. эфирный наркоз, и Г. Уэлс, использовавший за два года до этого закись азота.

В 1890 г. французский ученый Ж. А. Д'Арсонваль вызвал у кролика общий наркоз, пропуская через его голову переменный ток.

Точком к активному изучению электронаркоза послужили знаменитое открытие И. М. Сеченовым центрального торможения и работы Н. Е. Введенского по парабиозу. В 1906 г. русский физиолог В. Ю. Чаговец подробно проанализировал явление электронаркоза с позиций учений Н. Е. Введенского.

Вскоре после появления монографии Н. Е. Введенского «Возбуждение, торможение и наркоз» французский ученый С. Ледюк проверил на себе действие электронаркоза. Разговор ассистентов ученый воспринимал, «как во сне»; ни двигаться, ни говорить он не мог. С. Ледюк нашел, что наиболее эффективен импульсный ток частотой 100 Гц с соотношением времени прохождения к паузе между импульсами прямоугольной формы 1 : 10. Этот ток и получил впоследствии название тока Ледюка. Один электрод накладывался на лоб, второй — на поясницу пациента.

Следующие попытки применить электронаркоз на человеке относятся к 1907—1910 гг. С тех пор количество работ по электронаркозу стало нарастать, подобно снежной лавине. С увеличением числа наблюдений возрастали и трудности. Каждый исследователь применял ток такой формы и частоты, который был ему доступнее. Одни накладывали электроды на глаза и затылок больного, другие — на виски, третьи — на голову и крестец. Однако сильное возбуждение и неприятные ощущения у больных от прохождения тока

на месте приложения электродов заставили врачей скептически отнестись к возможности использования наркоза в клинике.

К 40-м годам усилиями советских исследователей Л. Л. Васильева, Г. С. Календарова, И. И. Яковлева, В. А. Петрова, В. А. Глазова и других было доказано, что с помощью электрического тока можно получить общий наркоз (именно это оспаривали многие зарубежные ученые).

Уже тогда были известны многие положительные стороны электронаркоза: возможность регулировать его глубину и прекращать действие в любой момент, отсутствие типичного для наркотиков ядовитого действия на ткани, ряда осложнений, наступающих после фармакологического наркоза (рвота, головная боль, угнетение дыхания и расстройство сердечно-сосудистой деятельности); меньшее кровотечение на месте разреза тканей. Очень подкупало и то, что можно было в значительно меньшей степени, чем при наркозе фармакологическом, опасаться поражений печени, легких, почек и других внутренних органов.

После второй мировой войны поиски оптимальной методики электронаркоза возобновились. Ощущавшееся как болевое раздражение на местах приложения электродов заставляло применять в начале операции кратковременный фармакологический наркоз, операция же проходила непосредственно под электронаркозом. При этом удалось добиться хорошей стабильности физиологических данных, свидетельствующей о том, что полное обезболивание достигается даже при очень тяжелых операциях.

Однако исследователей подстерегали новые трудности. Оказалось, что, хотя подавляющее большинство при действии электронаркоза не чувствует боли, некоторые теряют сознание не полностью. Так, один из пациентов, оперированный в клинике Н. М. Амосова, сказал: «Я как будто сквозь сон слышал голоса хирургов, но боли не чувствовал».

Невольно вспомнились произнесенные более 60 лет назад слова С. Ледюка о том, что экспериментальные трудности, связанные с субъективным состоянием подопытного, делают наши выводы лишь выражением нашего впечатления и нашего мнения. Приходится ждать, говорил французский ученый, когда появятся более совершенные методы и мы сможем получить более точную информацию о субъекте.

Ныне количество операций, сделанных под электронаркозом, дошло до многих сотен. Исследователи пытаются установить показания и противопоказания к применению нового

метода, но и сейчас этот вид обезболивания лишь у порога клиники.

Преимущества электронаркоза ясны; очевидны и препятствия, лежащие на пути внедрения его в практику. Но как вести поиск, чтобы преодолеть их? Для этого нужно знать природу, механизм электронаркоза.

Именно к этому приковано сейчас внимание исследователей. Рассмотрение этого вопроса не укладывается в рамки этой книги, и читатель может познакомиться с современными взглядами по специальным изданиям². Заметим только, что механизм электронаркоза может быть понят, если представить мозг как саморегулирующуюся систему.

Электронаркоз можно использовать — что очень существенно — не только как средство обезболивания во время хирургического вмешательства. Под руководством академика Б. В. Петровского разработан лечебный наркоз, применяемый в послеоперационном периоде. Закись азота несет избавление от боли, послеоперационные осложнения становятся более редкими. Б. В. Петровский и С. Н. Ефунги считают, что лечебный наркоз эффективен при острой коронарной недостаточности, бронхиальной астме, почечной колике.

Весьма перспективным, по нашему мнению, может явиться использование неглубокого электронаркоза как лечебного.

Уже давно известны факты изменения реактивности организма при помощи фармакологического наркоза. В опытах советского исследователя В. С. Галкина еще до войны наркоз останавливал действие отравляющих веществ, ядов: удлинял жизнь подопытных животных при заражении инфекциями, кислородном голодании и т. д.

Еще в 1953 г. нам удалось доказать, что и электронаркоз не дает проявиться отравляющему действию цианистых соединений на организм кролика. Немногим позднее по нашему предложению Л. Д. Муравьев добился излечения поверхностным электронаркозом острого отека легких у собаки, вызванного сернистым газом.

В нашей лаборатории впервые в мире получен материал о защитном эффекте электронаркоза при острой лучевой болезни. Оказывается, этот метод может быть использован для удлинения жизни животных при лучевом ударе

² Иванов-Муромский К. А. Саморегуляция мозга (бодрствование — сон — наркоз). — Киев, 1971; Жуковский В. Д. Реакции важнейших систем организма при электроанестезии интерференционными токами: Автореф. ... дис. канд. мед. наук. — М., 1971; Некоторые вопросы проблем электроспа и электроанестезии / Под ред. В. М. Банщикова, Е. И. Куликовой (Лебединской). — М., 1981.

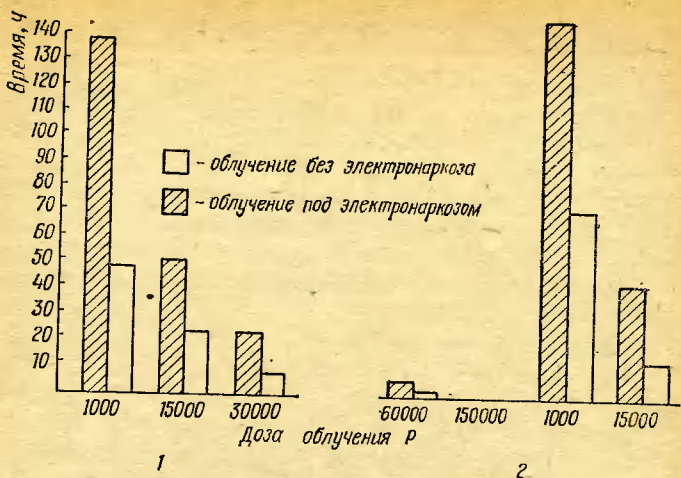


Рис. 18. Диаграмма продолжительности жизни кроликов при облучении в условиях использования защитного действия электронаркоза (по данным лаборатории, руководимой автором этих строк):

1 — электронаркоз во время облучения; 2 — после облучения.

даже такой мощности, как 30—60 тыс. рентген! Защитный эффект проявлялся не только при облучении животного, находящегося в состоянии наркоза, но и при погружении его в наркоз непосредственно после облучения (рис. 18).

А ведь, по мнению американских специалистов, при таких дозировках наступает именно «мозговая смерть».

Сейчас даже трудно прогнозировать, какой эффект дадут исследования в этом направлении.

Во всем мире идут поиски оптимальной методики электронаркоза³. Мы видим выход (точнее, один из выходов) в использовании сочетания низкочастотного и высокочастотного модулирования токов при комбинированной анестезии, широко распространенной сейчас в клинике, то есть в соединении электронаркоза и химических веществ, регулирующих деятельность сердечно-сосудистой и нервной систем.

Акупунктура

Ряд зарубежных и советских ученых разрабатывают своеобразную модификацию электронаркоза — электроакупунктуру (от лат. *acus* — игла и *punctura* — укол) — воздействие слабым электрическим током на определенные точки тела. Уже проделаны

³ В 1975 г. в Лондоне вышла коллективная монография «Electro-anesthesia» с участием автора этих строк, содержащая сводку достижений в этой области (см. с. 233—254).

сотни хирургических операций, однако ни механизм действия, ни оптимальные параметры токов до сих пор неизвестны.

С. Лем в книге «Сумма технологии» ввел новые термины: «центральная префантастика» — воздействие раздражителей непосредственно на мозг и «периферическая префантастика» — воздействие на человеческий мозг при помощи периферических раздражителей.

К «периферической префантастике» следует отнести получившую у нас большое распространение в последнее время иглорефлексотерапию (ИРТ).

Приверженцы акупунктуры считают, то на коже есть 600—700 особых точек, являющихся как бы проекцией внутренних органов. Эти точки взаимосвязаны по определенной системе — отсюда учение о 14 жизненных линиях (каналах, меридианах) тела.

Существуют многочисленные попытки идентифицировать эти точки по анатомо-морфологическим и биофизическим признакам (строение ткани, электрическое сопротивление ткани и т. д.).

Уже в наше время появились новые направления, новые методики в этой области. В 1969 г. во Франции был предложен метод аурикулотерапии — воздействие на точки ушной раковины, где находятся своеобразные проекции внутренних органов (рис. 19).

В последние годы много говорят об электроиглотерапии. (Кстати, автор этих строк обнаружил книгу, посвященную этому методу, изданную в Париже ... в 1825 г.) Речь идет о пропускании слабого электрического тока через иглы или накладываемые на поверхность тела электроды диаметром 5—10 мм.

По данным советских ученых, применивших иглотерапию более чем у 150 тыс. больных, наиболее обнадеживающие результаты получены при лечении заболеваний периферической нервной системы (радикулиты, невралгии, невриты), аллергических заболеваний, функциональных заболеваний ЦНС, желудочно-кишечного тракта. Этот метод стал широко применяться для обезболивания в хирургической практике.

Современные исследователи разделяют ИРТ на ряд направлений: классическую иглотерапию, прижигание, электроакупунктуру, электроанальгезию (обезболивание), ух-иглотерапию, введение лекарственных средств в биологически активные точки, приложение перцового пластыря на

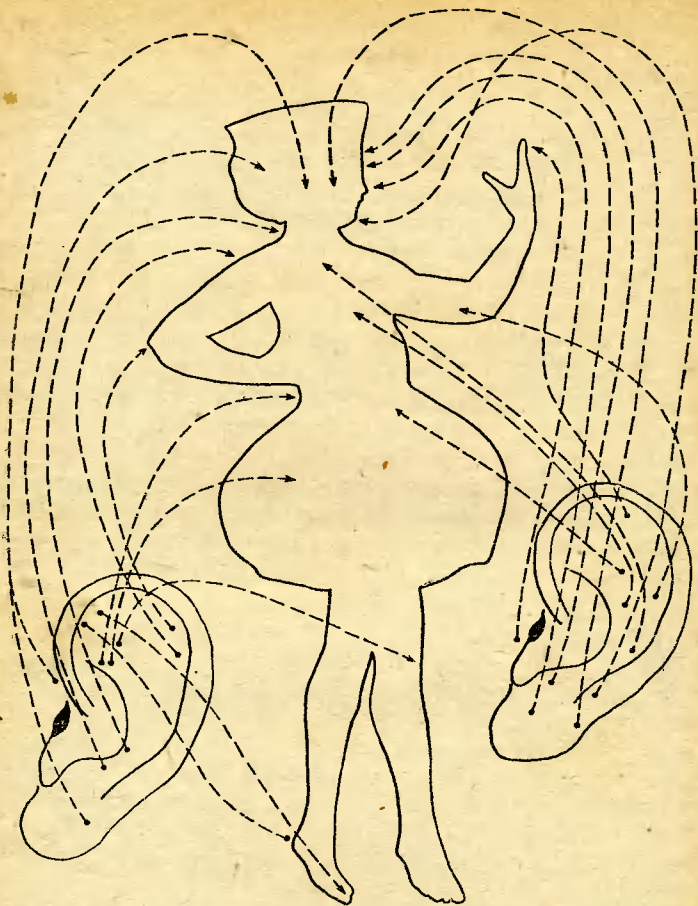


Рис. 19. «Проекции» внутренних органов на ушной раковине, уколы в точки которой вызывает терапевтический эффект.

точки, массаж и пальцевое давление (так называемый метод Шиатсу).

Каков механизм ИРТ? Есть лишь ряд гипотез, освещенных в специальной литературе.

Известно, что в основе иглотерапии лежит раздражение многочисленных рецепторов — как соматических, так и вегетативных, расположенных в тканях, — рецепторов кожи, подкожной клетчатки, мышц, сухожилий, надкостницы, сосудов околососудистых нервных образований, раздражение периферических нервных стволов и их ветвей. Эти раздражения вы-

зывают сложную цепь нервных реакций, в которую вовлекаются различные отделы периферической и центральной нервной системы, аппараты гуморальной и эндокринной регуляции.

Суммируя собранный экспериментальный материал, советский исследователь В. Г. Вогралик отметил следующие сферы приложения ИРТ:

1. ИРТ ведет к нормализации силы, уравновешенности и подвижности основных нервных процессов при нарушении функционального состояния ЦНС, высшей нервной деятельности, нейрогуморально-метаболической регуляции как самостоятельного заболевания или сопутствующего какому-либо другому и тем самым к выведению больного из невротического состояния.

2. Доказано прямое и значительное влияние ИРТ на РФ мозга.

3. ИРТ нормализует тонус и реактивность вегетативного отдела нервной системы, тем самым способствуя устранению вегетативных, вегетативно-сосудистых и других дистоний.

4. ИРТ влияет на гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую адаптационную систему организма и тем повышает приспособительные и защитные возможности организма, укрепляет его гомеостаз.

5. ИРТ, нормализуя функциональное состояние всей нервной системы, укрепляя ее, ведет к вытеснению патологических доминант и разрушению порочного круга, складывающегося в течение многих заболеваний, «вытормаживая» (по П. К. Анохину) компоненты патологических реакций.

6. ИРТ оказывает рефлекторное действие на внутренние органы, находящиеся в прямой, сегментарной или органной связи с пунктами лечебного воздействия, ибо она влияет на кровоснабжение, трофику; метаболизм и функциональную деятельность соответствующих органов.

7. При поражениях периферических нервов и нервно-мышечного аппарата ИРТ способствует выведению их из парабактериального состояния, повышению лабильности, нормализации проведения импульсов по нервам и сократительной функции мышц.

М. К. Усова и С. А. Морохов описывают ряд концепций иглотерапии относительно «пускового момента»:

— *электронная теория*: под влиянием иглоукалывания в теле человека возникают и накапливаются электрические токи, оказывающие лечебное воздействие, если длина волны и частота колебаний их совпадает с таковыми пораженного органа;

— *ионная*: иглоукалывание восстанавливает ионное равновесие (иглы способствуют удалению электроположительных ионов);

— *капиллярная*: воздействие ионов приводит к рефлекторному изменению капиллярного кровотока и его нормализации, если он был нарушен — это, в свою очередь, улучшает обмен между кровью и тканями, способствует устранению патологических явлений;

— *тканевая*: при разрушении клеток выделяются вещества, стимулирующие биологические процессы;

— *гистаминная теория*: при реакции на раздражение появляется гистидин, из которого образуется гистамин, влияющий на капиллярный кровоток в тканях и проницаемость сосудистых стенок и клеточных оболочек, следовательно, на обмен веществ. При иглоукалывании рефлекторно, через соответствующие симпатические узлы, сегментарно связанные с органами, достигается реакция выравнивания содержания гистидина и гистамина в тканях.

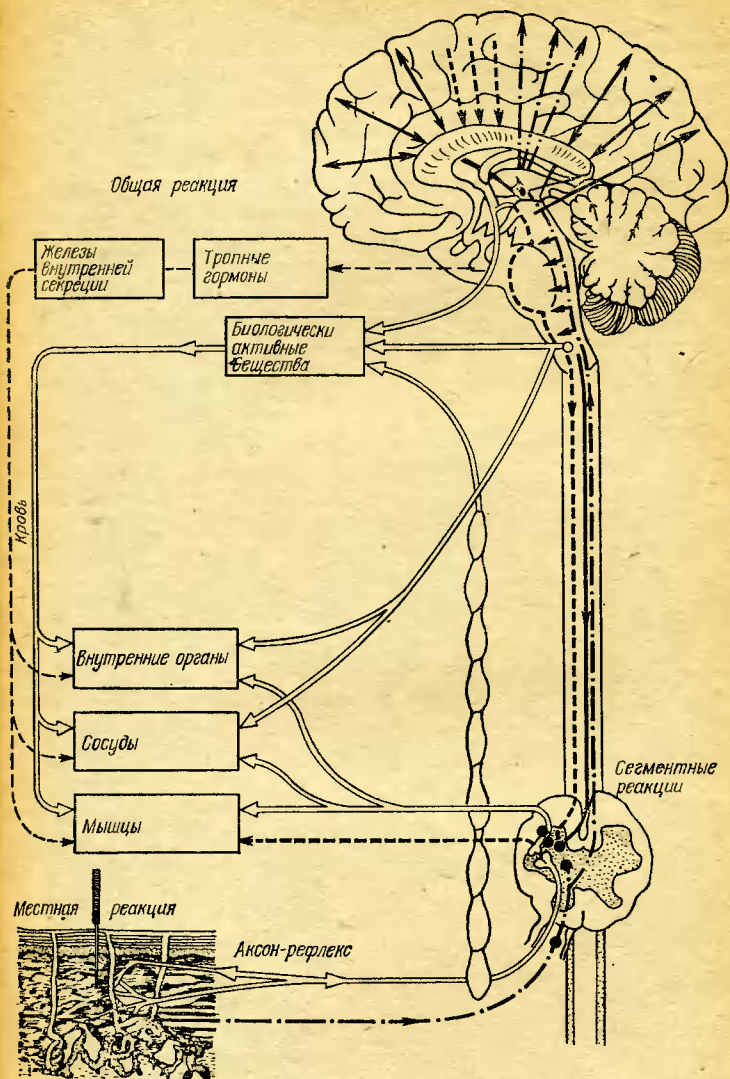
В. Г. Вогралик считает, что введенная игла производит механическое действие и раздражает нервные окончания. При разрушении тканевых элементов и активации биологических процессов появляются биотоки (порядка десятка милливольт), поддерживаемые электролитическим процессом вследствие нахождения металла в электролитной среде ткани. Морфологические изменения ткани ведут к выделению биологически активных веществ.

Представляют интерес такие соображения. При вводе иглы в живые ткани происходит цепная реакция: местная, связанная с раздражением рецепторов кожи, подкожной клетчатки, мышц, чувствительных сплетений; сегментарная — возбуждение соответствующих отделов спинного мозга; общая — обусловленная деятельностью мозгового ствола, РФ, коры головного мозга (рис. 20).

Существуют также различные представления о механизме обезболивания при акупунктуре (пресинаптическое торможение импульсов в определенных нервных волокнах; блокирование импульсов в заднем мозгу импульсами, возникающими при раздражении других рецепторов; блокирование импульсов в заднем центральном ядре таламуса; торможение импульсов в коре головного мозга во взаимодействии ее с подкоркой).

Известны и другие гипотезы: иглоукалывание вызывает обезболивание вследствие выделения эндогенных обезболивающих веществ — эндоморфинов, эндогенных опиатов; при

Общая реакция



Сегментарные реакции

Местная реакция

Аксон-рефлекс

Рис. 20. Схема местной сегментарной и общей реакции организма на иглоукалывание (по А. М. Вейну).

иглотерапии происходит изменение колебаний электрического и магнитного полей внутри организма.

Предлагаются самые различные методики электроаккупунктуры: от применения гальванического тока до токов высокой частоты, использование луча лазера вместо иглы.

Румынский врач Д. Константин запатентовал аппарат для стимулирования биологических функций организма. Конструктор исходил из того, что биотоки альфа-типа, вырабатываемые мозгом только при абсолютном психическом покое, играют большую целебную роль. «Альфа-волны» отводятся от головы пациента, они усиливаются, проходят через фильтры и вновь вводятся в организм путем электропрокола. Это, в сущности, акупунктура без иглы. Воздействие на пациента предварительно зарегистрированным на магнитной ленте собственным альфа-ритмом способствует получению эффекта, аналогичного тому, которого добиваются при акупунктуре и тренировках йогов.

Изобретатель утверждает, что такой аппарат обеспечивает не только оптимизацию функций организма, но и способствует развитию скрытых биопсихических особенностей и позволяет регулировать расстройства функций сердца, печени и желудка.

В прогнозе на 1990 г., который составила комиссия из списка виднейших медиков Англии, химическая анестезия будет заменена электрической, так что оперируемый будет в полном сознании во время операции.

Обезболивание с помощью акупунктуры происходит далеко не во всех случаях. Недаром сейчас пытаются объединить действие электрического тока на мозг (электросон) и электроаккупунктуру.

В борьбе с неврозами, со стрессовыми состояниями весьма полезен электросон. Познакомимся ближе с этим методом. Он родился официально в 50-х годах нашего столетия. Авторы метода — советские ученые В. А. Гиляровский, Н. М. Левенцев, Ю. Е. Сегаль и З. А. Кириллова — впервые разработали четко очерченную концепцию о происхождении и терапевтической роли электросна. Они исходили из двух положений: сонное торможение носит охранительный характер; сон, характерной чертой которого в этот период считались медленные волны электрической активности мозга, должен вызываться путем пропускания слабого электрического тока через голову человека. Электроды накладывались либо на глаза пациента, либо на лоб и затылок.

Анализ тысяч историй болезни не вызывает сомнения в том, что электросон помогает при некоторых формах психозов.

френии, гипертонической и язвенной болезни, неврозах, начальных стадиях атеросклероза, при травмах мозга и последствиях энцефалита, заболеваниях кожи, невродермитах, экземе, бронхиальной астме, токсикозах беременности, фантомных болях, расстройстве речи у детей, инфаркта миокарда, глаукоме и др.

Впервые в мире в 50-х годах по инициативе автора этих строк метод электросна был внедрен в практику сельского здравоохранения.

Как показали наблюдения С. Р. Ройтенбурда, О. М. Рашковского и автора этих строк, все больные, которые до операции и особенно во время нее подвергались процедуре электросна, значительно легче переносили хирургическое вмешательство: пульс, дыхание, кровяное давление у них «прыгали» во время операции значительно меньше, чем у тех, кого оперировали без этого. Да и послеоперационный период протекал более гладко, чем обычно.

Но прошли годы, накопились новые наблюдения, появилась новая аппаратура и методы исследования, и оказалось, что терапевтический эффект вполне достижим и при действии импульсного тока без достижения состояния сна.

Учитывая, что методика электросна усложнена процедурой наложения электродов, связанных проводниками с аппаратом, пытаются разработать прием вызова в мозгу человека индуктируемых электрических токов с помощью переменного, пульсирующего магнитного поля.

Исследователи из Ганы (Биофизический центр) пробовали сочетать влияние пульсирующего электростатического поля 1500 В/см, что дает значительное усиление электросна. Однако возникающая при этом ионизация и озон, создаваемые коронными разрядами, наряду с потенциальной опасностью поля напряженностью до 2000 В/см заставил их попробовать следующее: одновременно с введением тока частотой 100 Гц, силой до 2 мА через виски человека его голова была подвергнута влиянию поля, получаемого от подвешенного соленоида. Пульсирующее магнитное поле (2 импульса в секунду) имело мощность примерно 1000 Гс. При помощи магнитной индукции удалось получить (по сравнению с «чистым» электросном) усиление эффекта, то есть длительный глубокий сон, более чем в 4 раза.

Локальная электростимуляция мозга

Четкие результаты можно получить с помощью электростимуляции структур мозга вживленными в различные участки мозга электродами, так как здесь достигается относительно локальная электростимуляция.

Американские исследователи Д. Олдс и П. Милнер вживляли крысам в определенные участки мозга изолированные (за исключением кончика) тонкие металлические проводники. Животное находилось в камере, где был укреплен рычажок. Когда на него нажимали, замыкалась цепь и электрический сигнал шел в мозг (рис. 21).

Обнаружились удивительные вещи: крыса, случайно нажав рычажок, начинала безостановочно — до 8 тыс. раз в час, порою непрерывно в течение суток, посылать в свой мозг электрический ток. Самораздражение явно приносило ей огромное удовольствие!

Но стоило вживить электроды в другую область мозга, как крыса, едва притронувшись к рычагу, уже никогда к нему не подходила. Значит, проводник попал, как стали говорить потом, в «центр неудовольствия».

Вскоре оказалось, что 60% обследованных точек мозга были эмоционально нейтральны, 35 вызывали «удовольствие» и только 5% — «неудовольствие». Как сказал потом Г. Мэгун, «рай» и «ад» находились в самом мозгу животного.

Однако при ближайшем рассмотрении все оказалось не столь простым. Ведь эмоция — сложнейшее нервно-психическое явление⁴. Правильно подчеркивается во вступительной статье к фундаментальному труду польского психолога Я. Рейковского «Экспериментальная психология эмоций» (М., 1979): «Эмоции выполняют функцию не отражения объективных явлений, а выражения субъективных к ним отношений. Объект или событие может вызвать эмоцию, быть ее поводом, но не может служить образцом для ее анализа и описания».

Переработка информации в головном мозгу не может обойтись без «эмоционального регулятора», без эмоций.

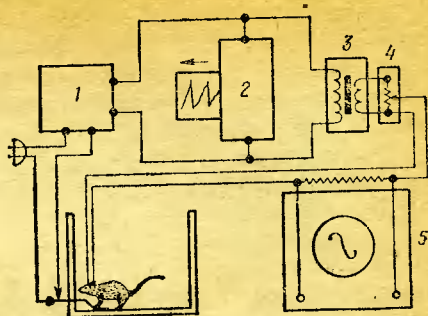
Достигнуты значительные успехи в познании морфо-физиологического субстрата эмоций и их информационного значения.

С 1937 г., когда голландский ученый Д. Папец предположил, что гипоталамус, передние ядра таламуса, поясная из-

⁴ Подробнее см.: Гельгорн Э., Луфборроу Д. Эмоции и эмоциональные расстройства.— М., 1966; Симонов П. В. Что такое эмоция? — М., 1966.

Рис. 21. Схема опыта Д. Олдса и П. Милнера:

1 — прерыватель; 2 — регистратор реакции; 3 — трансформатор; 4 — потенциометр; 5 — осциллограф.



вилина коры, гиппокамп и их взаимосвязи — гармонически работающий механизм, лежащий в основе возникновения эмоций, накоплено много новых данных.

Создатель информационной теории эмоций советский ученый П. В. Симонов справедливо отмечает, что сегодня уже невозможно найти исследователя, который представлял бы себе нервные центры эмоций страха, ярости, удовольствия в виде ограниченного участка нервной ткани в одном из глубоко расположенных отделов головного мозга. Каждый, кто пытается рассмотреть организацию мозгового субстрата эмоций, непременно говорит о широко разветвленной системе нервных образований.

В чем существо информационной теории эмоций? По П. В. Симонову, отрицательные эмоции служат тенденции сохранения — особи, вида, группы, результатов деятельности и т. п., а положительные побуждают двигаться вперед. Стремясь к положительным эмоциям, живые существа ведут себя парадоксально с точки зрения теории «уравновешивания с окружающей средой»: они активно усиливают свои потребности и активно ищут неопределенность, ибо только при этом условии возрастание вероятности удовлетворения потребности способно дать положительный эмоциональный эффект.

И все же даже такие «ненасытные» потребности, как потребность познания и творчества, подчиняются общему правилу эмоций: $\mathcal{E} = P(I_n - I_c)$, где \mathcal{E} — эмоция; P — потребность; I_n — информация, предположительно необходимая для организации действий по удовлетворению существующей потребности; I_c — информация о средствах, которыми реально располагает субъект.

Порожденная потребностью и оценкой вероятности ее удовлетворения эмоция, в свою очередь, оказывает влияние на потребность:

$$P = \frac{\mathcal{E}}{I_n - I_c}$$

Эмоция усиливает потребность: экспериментально показано, что страх боли усиливает саму боль. Слишком низкая или слишком высокая вероятность удовлетворения потребности, напротив, подавляет потребность. При крайне неблагоприятном прогнозе возникает состояние безнадежности, субъект сдается и перестает хотеть. Ослабляет потребность и очень высокая вероятность: легкодоступное теряет свою привлекательность.

Автор информационной теории эмоций указывает, что в мозге должны существовать структуры, ответственные за выполнение следующих операций: оценка вероятности удовлетворения потребности; интегрирование результатов этой оценки с мотивационным возбуждением; сопоставление и оценка конкурирующих эмоций с целью построения поведения, ориентированного на первоочередное удовлетворение доминирующей потребности. Многочисленные экспериментальные данные о вероятности удовлетворения потребности показали ведущую роль премоторных отделов новой коры. Гиппокамп играет важнейшую роль в обеспечении реакций на сигналы с малой вероятностью подкрепления, миндалина — в обеспечении взаимодействия условно- и безусловнорефлекторных систем, связанных с удовлетворением потребности.

П. В. Симонов выдвинул такое представление: гиппокамп, миндалина, новая кора не являются морфологическим субстратом эмоций, а представляют собой образования, осуществляющие операции, необходимые для реализации различных эмоциональных состояний.

Уже предварительные данные заставляют присоединиться к мнению тех, кто считает, что эмоции не просто компенсируют недостаток информации, не просто замещают ее поиск, но участвуют в самом управлении поисковой деятельностью человека, направляют его. Эмоции оказываются неотъемлемой составной частью процесса поиска принципа решения. Их можно уподобить оценкам «горячо», «тепло», «холодно» в известной детской игре.

Эти гипотезы подчеркивают «впяичность» эмоций в нашу повседневную деятельность, в том числе и в ее высшую форму — творчество, дают ключ к формализации описываемых явлений, что очень важно как с точки зрения познания этих процессов, так и для создания новых типов «интеллектуальных машин».

Исследователи давно задумывались над методами математического описания эмоций. Одну из первых попыток сделал К. Э. Циолковский. Он писал: «Ощущение эмоции можно отнести к величинам. Действительно, как все вели-

чий, она может быть положительным, отрицательным и нулевым». Циолковский вывел соотношение количества ощущений от времени.

Это провидение великого ученого еще не воплотилось в систему уравнений, но подходы к этому уже имеются.

Особенно эффектными оказались эксперименты Х. Дельгадо (США).

В череп обезьян вживляли миниатюрные приемники, которые по радиосигналу посылали в мозг импульсы частотой до 300 кол/с.

Обезьяны смиренно сидят в клетке. Невидимый сигнал — и клетка превращается в арену ожесточенного побоища. Секунда — новый сигнал — и животные снова спокойны.

Гордо расхаживает вожак стада: он в данный момент «царь» обезьян. Сигнал по радио — вожак, забитый, заплыванный, скромно сидит в уголке, а вожаком становится другой.

Автор этих строк хорошо помнит кинофильм, который демонстрировал Х. Дельгадо на Международном психологическом конгрессе в Москве.

Мелькали любопытные кадры: вот на Дельгадо мчится разъяренный бык. Но быку вживлены в мозг электроды, соединенные с миниатюрной электростанцией. Нажим кнопки передатчика в руках исследователя и буквально в нескольких шагах от экспериментатора бык застывает на месте.

Х. Дельгадо в одной из своих работ⁵ рассказывает о своих исследованиях на людях: «В наших опытах беседа пациента и врача обычно записывалась на пленку и синхронизировалась с одновременной регистрацией ЭЭГ и стимулирующих сигналов. Больным в общих чертах сообщалось обо всей этой процедуре, но они не знали, что регистрация потенциалов мозга или его электростимуляция проводятся непрерывно. «Блокирование мысли» было вызвано возбуждением лобных долей. В то время, как один из наблюдаемых декламировал стихи, было включено возбуждение (100 Гц, продолжительностью каждого импульса 1 мс, 10 В, общая продолжительность стимуляции — 5 с), и испытуемый сейчас же прекратил декламацию.

После прекращения стимуляции испытуемого спросили, что же произошло, и он сказал, что у него появилось какое-то странное ощущение в голове и он уже не мог больше ду-

⁵ Читателям можно порекомендовать книгу Х. Дельгадо «Мозг и сознание» (М., 1971).

мать о стихах. Он заявил: «В голове было пусто, как будто я выпил много пива».

Страх возникал у испытуемых при раздражении лобных долей. В одном из случаев, заснятом на кинолентку, испытуемая при каждом раздражении замолкала, оглядываясь через плечо, качала головой с выражением глубокого беспокойства. Когда ее спросили о причине такого поведения, она отвечала, что чувствует какую-то нависающую угрозу некой природы.

При лечении ряда заболеваний мозга, в частности так называемых гиперкинезов — неправильно повторяющихся движений, в мозг человека с диагностической и лечебной целью вводят тонкие золотые электроды. После определения места расположения патологического очага через электрод пропускают ток, подвергая ткань электролизу. Болезненные явления исчезают тут же, на столе хирурга. Оказалось возможным получить богатейшие данные по биоэлектрической активности глубоких отделов мозга человека, в частности при диагностической стимуляции через внутримозговые электроды.

После диагностических и лечебных воздействий наблюдались изменения в поведении больных: они просили повторить их, а если получали возможность проводить самостимуляцию, то и голод не мог отвлечь их от этого занятия.

Х. Дельгадо заявил, что он не может вызывать у своих пациентов ... «любовь» с помощью стимуляции определенных структур.

В нашей стране метод погруженных электродов начала внедрять группа, работающая под руководством Н. П. Бехтеревой. Ее сотрудником В. М. Смирновым описаны нейропсихологические эффекты электрических воздействий на глубокие структуры мозга человека (рис. 22).

Действительно, у некоторых больных наблюдались приятные эмоции, половое возбуждение, иногда появлялось влечение к врачу, проводившему манипуляции. Однако это чувство не выходило из-под контроля сознания. После окончания лечения и удаления электродов влечение угасало. Разумеется, ни о какой «любви» говорить не приходится.

Опыты Х. Дельгадо сразу же привлекли внимание тех, кто мечтает превратить людей в телеуправляемых роботов. Появились даже «проекты» вживления в череп двух-трехлетним детям миниатюрных радиоприемников, провода от которых шли бы к определенным зонам мозга. Тогда живой робот будет послушен радиосигналам, излучаемым специ-

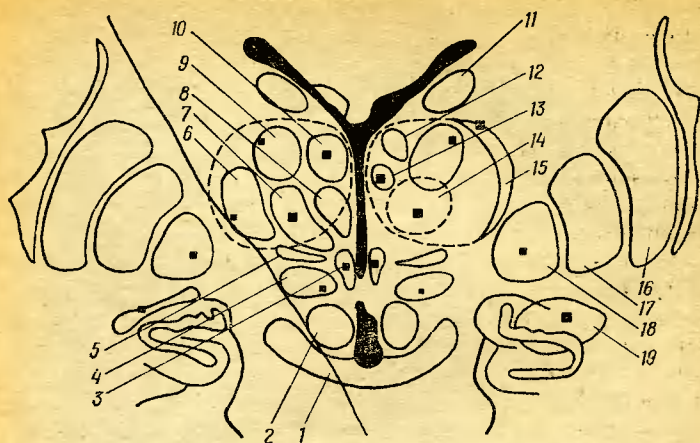


Рис. 22. Структуры мозга, раздражение которых вызывает у человека эмоции. Величина квадратов соответствует величине реакции (по Н. П. Бехтеревой):

1 — черная субстанция; 2 — красное ядро; 3 — ретикулярная формация; 4 — субталамическое ядро; 5 — гипоталамус; 6 — вентральное ядро заднего таламуса; 7 — вентральное ядро переднего таламуса; 8 — медиальное ядро таламуса; 9 — вентральное ядро латерального таламуса; 10 — переднеталамическое ядро; 11 — хвостатое ядро; 12 — латеральное ядро дорзального таламуса; 13 — центральное ядро латерального таламуса; 14 — центральное медиальное ядро; 15 — ретикулярное ядро; 16 — скорлупа; 17 — латеральное бледное ядро; 18 — медиальное бледное ядро; 19 — миндалевидное тело.

альным передатчиком. Ничего страшнее и придумать невозможно.

Работы по изучению центров, или, как их еще называют, «старт» — «стоп»-зон, продолжают. Еще раз подчеркнем: речь не идет об определенных «центрах», соответствующих какой-либо эмоции. Дело гораздо сложнее.

Вот пример. Советский ученый В. Б. Слезин установил, что числовое распределение эмоционально «положительных», «отрицательных» и «нейтральных» структур — вещь весьма относительная. В опытах с кошками исследователь показал, что это распределение не является стабильным и носит динамический характер. Оно зависит от функционального состояния ЦНС.

Сейчас многие крупные ученые высказывают мнение, что «жесткой» связи определенного типа эмоций с конкретными подструктурами мозга не существует.

Многие считают, что системы «удовольствия» и «неудовольствия» тесно связаны с норадреналином и другими медиаторами — химическими переносчиками нервных импульсов.

Все сказанное выше имеет непосредственное значение для познания механизмов стресса и путей ликвидации его.

В заключение остановимся еще на одной стороне вопроса. Речь идет о все расширяющемся в капиталистическом мире употреблении наркотиков (фантастиков, психотометиков, или психотиков, галлюциногенов). Сюда прежде всего относится один из страшных агентов «белой смерти» — препарат, получаемый из спорыньи ржи, — ЛС-25 (лизергиновая кислота), вещество, вызывающее галлюцинации, или, как выразился один французский обозреватель, «Сезам искусственного рая». Самоубийства и убийства под действием этого вещества стали обычными в США. Только 1 мг на килограмм живого веса вызывает изменение психики. Стало известно, что ЦРУ пытается использовать этот препарат в своих целях.

Итак, перед нами еще один метод «управления» мозгом, — если управлением можно назвать сознательную ломку мозга.

Человек — это мерило всех ценностей, узел связей. И если эти связи рвутся, значит, что-то испортилось в мире, значит, надо понять, в чем же причина, и попытаться убрать с пути все, что мешает человеку быть человеком, нелепо и страшно обрывает жизнь.

А. Сент-Экзюпери

СИЛА ВНУШЕНИЯ И САМОВНУШЕНИЯ¹

Немного истории

Одним из наиболее интересных, перспективных (в смысле возможности воздействия на человека), но непонятных еще до конца состояний является гипноз.

История гипноза исчисляется тысячелетиями, и прежде чем говорить о его сущности, хочется — хотя бы очень коротко — вспомнить его родословную. Несколько страниц на несколько тысячелетий — это не много².

Известно, что практически гипноз использовали еще в Древнем Египте, Индии, Вавилонии. Письменные упоминания о состояниях, трактуемых теперь как гипнотические, имеются в «Папирусе гностиков», Талмуде, жизнеописании выдающегося врача древности Асклепиада, жившего в 198—56 г. до н. э.

Долгие века это своеобразное явление давало возможность жрецам и церковникам выдавать его за сверхъесте-

¹ Раздел главы о гипнозе по просьбе автора написан кандидатом медицинских наук А. П. Козиним.

² Читателям можно посоветовать обратиться за более подробными сведениями к таким книгам: *Черток Л.* Гипноз (проблемы теории и практики; техника). — М., 1972; *Буль П. И.* Гипноз и внушение. — Л., 1975; *Гримак М.* Моделирование состояния человека в гипнозе. — М., 1978; *Слободяник А. П.* Психотерапия, внушение, гипноз. — М., 1982.

ственную, божественную силу и укрепляло их власть. Незная сущности явления, механизмов возникновения и развития, они успешно применяли его для своих целей.

Не являлась исключением и Россия. Широко известны такие «целители», как Иоанн Кронштадтский, Серафим Саровский и другие.

В средние века все, что стало известно о гипнозе, преддали забвению. В эпоху Возрождения, в XVI—XVII вв., предпринимаются первые попытки научного объяснения таинственных явлений. Врач, алхимик и «чернокнижник» Филипп Ауреол Теофраст Бомбаст фон Гогенгейм, известный миру под именем Парацельса, открывает, что магнит, притягивающий к себе железо, обладает и лечебными свойствами. На этой основе создается целая теория магнетизма, согласно которой магнит «вытягивает» из человека его болезни.

Через два века за лечение магнитами принимается австрийский врач Ф. А. Месмер. Он воздействует магнитами на всех подряд, и в отдельных случаях люди выздоравливают. Но вот что казалось странным: положительный эффект проявляется и без магнитов, одно только прикосновение или присутствие Месмера приводит к выздоровлению некоторых больных.

Высказывается предположение: в этом случае действует таинственный «магнетический флюид» — особая жидкость, которая разлита во всей Вселенной.

Месмер считает, что целебные свойства якобы приобретает все, к чему он прикоснулся. Следовательно, живительная сила находится в нем самом. Это он, Месмер, обладает редким даром изливать флюид и исцелять больных. Возникает новая теория «животного магнетизма».

И только в XIX в. гипноз получил первое по-настоящему научное толкование. Английский хирург Дж. Бред не только вводит термин «гипноз», но и первым применяет этот метод для обезболивания хирургических операций.

Наконец, в 70-х годах прошлого столетия изучением гипноза занялся знаменитый французский невропатолог Ж. Шарко. Он считает состояние гипноза не только родственному сну, но и находит в нем много общего с истерией. «Гипнотическое состояние,— отмечает он,— это не что иное, как искусственное или экспериментально вызванное нервное состояние..., многочисленные проявления которого возникают или исчезают в зависимости от потребности исследователя по воле наблюдателя. Рассматриваемый таким образом гипноз становится драгоценным неисчерпаемым источником исследования как для физиолога, так и для врача».

Более правильную точку зрения высказал его современник основатель пансийской школы гипноза Бернгейм. По его мнению, гипноз — это внушенный сон, то есть не патологическое состояние, как считал Шарко, а естественное, физиологическое, основанное на внушаемости, присущей всем людям.

В это же время разработкой идей гипноза, в частности у животных, занимается русский физиолог В. Я. Данилевский.

О некоторых теориях гипноза

Огромный вклад в теорию гипноза принадлежит великому русскому физиологу И. П. Павлову. Если обычный сон ученый объяснял разлитым торможением, охватывающим всю кору головного мозга, то при гипнозе, по его мнению, развивается частичный, «парциальный» сон. Таким образом, по Павлову, сон и гипноз возникают вследствие одного и того же явления — торможения в коре головного мозга. Отличия между ними только количественные. При гипнозе в коре сохраняется так называемый сторожевой пункт, осуществляющий связь загипнотизированного с гипнотизером.

Казалось бы, все просто и естественно: полное торможение коры — это сон, естественный, физиологический; частичное торможение — это частичный, или гипнотический, сон, гипноз.

Однако явления, происходящие в гипнозе, не укладываются в рамки сна, даже частичного, что становится понятным в свете изложенных выше представлений о саморегуляции головного мозга.

По мнению советского гипнолога П. И. Буля, способность повышать внушаемость — главное свойство гипноза. Ученый считает: гипноз и сон — качественно родственные состояния, гипноз — лишь видоизменение, модификация сна.

Сон и гипноз

В состоянии гипноза повышается внушаемость, то есть способность мозга воспринимать информацию и преобразовывать ее в ощущения. Например, если загипнотизированному внушать, что ему жарко — он вспотеет, если внушать, что холодно — он будет дрожать. Более того, если сказать, что к его телу прикасаются раскаленным металлом и прикоснуться карандашом — на месте прикосновения появляется волдырь, а если сказать, что его руку, например, погружают в лед и поместить ее в пустую посудину — возникают явления обморожения.

И все это, с одной стороны, говорит о могучей силе гипнотического внушения, а с другой — делает его еще более отличным от обычного сна, даже частичного.

В состоянии гипноза можно наблюдать так называемую каталепсию: человек значительное время сохраняет любую, даже самую неудобную позу, приданную ему гипнотизером, например лежит с поднятыми руками и ногами. Странное дело — мышцы, удерживающие конечности, не устают. Безусловно, ничего подобного не наблюдается при естественном сне. Поднять руку спящего человека можно, не разбудив его, но рука тут же упадет.

В состоянии глубокого гипноза человек теряет болевую и температурную чувствительность, а во сне этого не происходит. Сторожевой пункт (раппорт), обеспечивающий связь загипнотизированного с гипнотизером, не имеет ничего общего со сторожевым пунктом, возникающим, например, у матери, спящей при любом шуме, но просыпающейся при малейшем движении ребенка, или у солдата, спящего под грохот канонады, но просыпающегося от тихой команды.

В гипнотическом состоянии мозг совершает работу в заданном направлении, при этом работа может быть более интенсивной, чем при бодрствовании.

Все это дает возможность рассматривать гипноз как особое состояние повышенной внушаемости, избирательной концентрации психических процессов при отключении от воздействия посторонних, не зависящих от внушения факторов.

Кстати, выдающийся русский ученый В. М. Бехтерев отмечал, что под внушаемостью «...следует понимать способность или склонность в большей или меньшей степени воспринимать и усваивать внушение, будет ли оно обуславливаться внутренними или внешними побуждениями».

Недавно стало известно, что на ЭЭГ регистрируются процессы, происходящие в мозгу во время гипноза, существенно отличающиеся от таковых во время сна (по данным В. Т. Бахура).

В естественных условиях мозг, подобно вращающемуся радиолокатору, поочередно реагирует на все окружающие его предметы и явления. Концентрация внимания на каждом раздражителе различна. Так, водитель автомобиля следит за дорогой, встречным транспортом, показаниями приборов, качеством работы двигателя; одновременно он выбирает нужный путь, может поддерживать разговор с пассажиром.

Каждый отдельный раздражитель то является главным, то второстепенным объектом внимания. Это явление напоминает зрение — центральное и периферическое. Тот же водитель может концентрировать взгляд на ближайшем отрезке дороги, — и тогда все остальное охватывается лишь периферическим зрением, и наоборот, смотреть вдаль, — и тогда приборная доска оказывается лишь в области периферического зрения и, соответственно, внимания.

Однако в любом из этих случаев работает весь мозг, а не «центр» дальней дороги или «центр» приборной доски. Таких «центров» в мозгу не существует.

В состоянии гипноза вся работа мозга направляется на предмет, указанный гипнотизером; мозг, как неподвижный локатор, фиксирует его наиболее четко и ясно. За счет смещаемости внимания и происходит повышение качества деятельности организма, его отдельных систем.

И все-таки между гипнозом и сном есть нечто общее. Например, если загипнотизированного оставить без дальнейших внушающих воздействий, состояние гипноза перейдет в обычный сон, а, выспавшись, человек сам проснется. И наоборот, спящего человека можно перевести в состояние гипноза, не пробуждая его.

Бывают случаи, когда человека трудно загипнотизировать даже при его желании, а иногда погруженного в состояние гипноза с лечебной целью длительное время не удается «разбудить». Сон может длиться сутки и более.

Все это в значительной мере зависит от особенностей центральной нервной системы пациента, его внушаемости и гипнабельности (способности к погружению в гипноз).

Вот что говорит по этому поводу советский психотерапевт В. Е. Рожнов: «Использование сомнамбулического гипноза как методического приема для клинко-экспериментального изучения взаимодействия сознания и бессознательного позволило более углубленно понять природу самого гипнотического состояния. Строя наше понимание неглубоких и средних стадий гипноза на классических представлениях павловской школы о частичном сне со сторожевым пунктом, мы выделяем наиболее глубокую, сомнамбулическую стадию гипноза как качественно иное состояние психической деятельности, отличное как от бодрствования, так и от сна. С помощью электрофизиологической методики регистрации сверхмедленных колебаний электрических потенциалов головного мозга (Н. А. Аладжалова) была установлена специфическая особенность гипноза, выделяющая его и делающая весьма перспективной возможность использования сомнамбулического гипноза для целей изучения взаимодействия сознания и бессознательного».

«...Гипнология в наши дни переживает период роста и поднимается на новую ступень, которая сулит оказаться плодотворной не только для гипноза, но может внести серьезную лепту в развитие всего комплекса наук, занимающихся изучением психики человека и форм его поведения в норме и патологии», — отмечает В. Е. Рожнов.

Восприимчивость к гипнозу

Итак, абсолютно внушаемых людей не существует. Следовательно, не должно быть и абсолютно не подверженных гипнозу. Казалось бы, это истина, подтвержденная уникальными экспериментами. Так, одному гипнотизеру удалось воздействовать на пациентку только после 70 сеансов, а другой указывает на 300 предварительных неудачных попыток достижения цели.

Но степень гипнабельности — величина непостоянная, она зависит от отношения пациента, опытности гипнотизера, его авторитета, желания одного и другого достигнуть цели. Степень гипнабельности зависит от возраста. Чем моложе человек, тем он более внушаем, но, по мнению некоторых исследователей, дети до 8 лет гипнозу не поддаются, а просто засыпают обычным сном. Особенно резко снижается внушаемость в старческом возрасте.

— Особое место занимает вопрос о возможности загипнотизировать человека помимо его воли. Существует рассказ, что в свое время профессор Гейденгайн погрузил в состояние гипноза всех солдат в казарме, после того как генерал строгойше запретил им спать. Но факты многообразны и противоречивы. Известно, что Эрнста Тельмана, находившегося в тюрьме, пытались загипнотизировать, чтобы подавить его волю и заставить признать себя виновным, но стойкий боец, обладавший большой силой воли, из этого поединка вышел победителем.

Некоторые ученые считают, что существуют ограничения лишь в достижении глубокой степени гипноза (ей подвержены только 25% людей). Другие склонны этот показатель ставить в зависимость от личности гипнотизера и считают, что некоторые из них могут погрузить в состояние гипноза от 10 до 90 и 96% испытуемых.

В этом вопросе практическое значение имеет невосприимчивость к внушениям, производимым в состоянии гипноза, чаще всего основанная на неверии в возможности метода. Вот типичный пример.

У одного талантливого спортсмена, считавшегося лучшим в мире, в результате нерациональных нагрузок произо-

шел срыв высшей нервной деятельности, который проявлялся в виде болей в области сердца, приступов слабости вплоть до обмороков. Возникло чувство страха, что лишало спортсмена сил и вызывало боли в области сердца еще до выхода на спортивную площадку. Иной раз его уносили оттуда на носилках. А на электрокардиограмме изменений не находили. Все это напоминало типичную картину невротического заболевания. Было решено провести лечение при помощи гипноза. Спортсмен во время сеансов легко достигал глубокой степени гипноза, но был убежден в том, что не спал, и, потому полагал, что это ему помочь не может.

Конечно, улучшение состояния здоровья наступит и при отсутствии веры в выздоровление, но при таких обстоятельствах процесс лечения длится значительно дольше. Ощущение выздоровления возникает как бы вне сознания. Человек начинает чувствовать, что по каким-то непонятным причинам его состояние улучшается. Он не верит в силу гипноза и удивляется: «Не могу понять, что происходит, но мне действительно стало лучше».

Другое дело, когда больной верит в то, что от внушения в состоянии гипноза у него наступит выздоровление. Тогда он активно участвует в процессе лечения. Ждет улучшения и замечает его на самых начальных стадиях.

А иногда ощущение улучшения опережает процесс выздоровления — срабатывает эффект самовнушения. А ведь это тоже средство лечения — и немаловажное.

В случае же со спортсменом его неверие в погружение в сон (а именно так он понимал гипноз) как бы вызывало отрицательное внушение.

На очередном сеансе, когда больной достиг глубокой степени гипноза, его спросили о вещах, о которых никто, кроме него, не мог знать. Среди этих вопросов был и такой: когда он намерен самовольно поехать к жене.

После возвращения спортсмена в бодрствующее состояние его спросили: «Как спалось?» — и, конечно, ответ был обычным: «А я не спал».

Тогда ему рассказали биографию его жены, называя конкретные даты и отдельные подробности. Спортсмен продолжал упорствовать: «Это все мог рассказать тренер».

«А о том, что на такое-то число вы наметили самовольно поехать к жене, тоже мог сказать тренер?» И гипнотизер добавил еще несколько деталей этого «заговора». Тут чемпион сдался. Он понял, что во время лечебных сеансов находится в состоянии глубокого сна. Выздоровление пошло быстрее.

Бывает и наоборот. Все данные говорят о том, что следует ожидать быстрого выздоровления и полного восстановления. А на самом деле положительный эффект не наступает.

Степени и типы гипноза

В настоящее время чаще всего различают три степени глубины гипноза:

1. *Легкая степень* (сонливость, малый гипноз) сопровождается значительным расслаблением мышечной системы, покоем, неподвижностью. Сознание при этом сохраняется, человек отдает себе отчет в том, что с ним происходит и где он находится. Но, несмотря на кажущуюся свободу действий, загипнотизированный не в силах производить самостоятельные действия и движения, не может даже открыть глаза. После возвращения в бодрствующее состояние человек уверен, что смог бы совершать различные действия и обычно высказывает намерение доказать это в следующий раз. Но, как правило, это ему не удается. Полностью сохраняется память на все, что происходит, в частности, на то, что ему говорил врач.

2. *Средняя степень* (средний гипноз) характеризуется еще более значительным расслаблением мускулатуры, выраженным выключением сознания. Память о происшедшем во время гипноза сохраняется лишь на часть событий (частичная амнезия). В этой степени гипноза достигается значительная потеря болевой чувствительности.

3. *Глубокая степень* (глубокий гипноз, сомнамбулизм) сопровождается полной амнезией происшедшего. Во время сеанса человек выполняет различные действия, предложенные гипнотизером, отвечает на его вопросы. В этой стадии гипноза полностью утрачивается болевая, температурная и тактильная чувствительность, что дает возможность производить хирургические операции без обезболивания.

С лечебной целью используют легкую и среднюю степени гипноза. Во-первых, этого вполне достаточно для осуществления лечебного внушения; во-вторых, их легче достигнуть; в-третьих, возможность их наступления наблюдается у многих людей, практически у большинства.

Можно выделить и определенные типы гипноза. Назовем несколько главных:

Летаргический тип. Характеризуется все более значительным расслаблением мускулатуры при переходе от меньшей к большей степени гипноза. Тело загипнотизированного человека принимает форму, определяемую действием собственного веса. Наблюдается так называемая летаргическая дуга. Если человека положить спиной на спинку кресла, тело сти-

бается дугой, руки и ноги опускаются на пол, поднятая рука или нога падает, словно налитая свинцом.

Каталептический тип определяется одеревенением мускулатуры. Чем глубже степень гипноза, тем более упругими и напряженными становятся мышцы. Уже в легкой степени поднятая кверху рука застывает и удерживается в этом положении. В средней степени гипноза возникает явление «восковой гибкости», когда тело сохраняет любую приданную ему, даже самую неудобную, позу. Наконец, в глубокой степени гипноза можно наблюдать так называемый каталептический мост, когда тело сохраняет горизонтальное положение, опираясь только затылком и пятками, например, на спинки стульев.

Самые диковинные явления могут происходить с человеком, находящимся в глубокой степени гипноза. Главным и решающим для загнипнотизированного является то, что скажет гипнотизер, даже если это противоречит здравому смыслу и действительности. Человек может есть сырой картофель и наслаждаться вкусом апельсина, жевать вату и ощущать вкус хлеба, нюхать нашатырный спирт и воспринимать запахи духов.

Интересно, что употребление несъедобных вещей сопровождается выделением слюны и пищеварительных соков, соответствующих внушаемому виду пищи. Так, если человек будет есть древесный уголь, а гипнотизер скажет, что это хлеб,— все пищеварительные соки будут такими, как при реальном употреблении хлеба.

Вполне понятно, что возможно и отрицательное внушение: так, запах духов может восприниматься, как нашатырный спирт, а вкусная пища вызывать чувство отвращения.

Постгипнотические явления

В глубокой степени гипноза может быть реализовано так называемое постгипнотическое внушение. Если загнипнотизированному сказать, что он должен сделать что-то после окончания сеанса гипноза, он выполнит это задание, хотя и не будет помнить о том, что получил его. У человека возникает как бы внутреннее неосознанное побуждение к выполнению заданного действия.

Однажды, во время демонстрации гипноза студентам автор этих строк попросил загнипнотизированного перевесить таблицу, висящую на стене, на другое место, поздравить студентов с наступающим праздником, до которого оставалось более двух месяцев, и пригласить к себе в гости студента, сидящего во втором ряду пятым слева.

После выхода из состояния гипноза больной (это действительно был больной, который согласился на проведение очередного лечебного сеанса в студенческой аудитории) долго нерешительно поглядывал на таблицы, затем подошел к одной из них и перенес ее на указанное ранее место. На вопрос, зачем он это сделал, больной ответил: «Там она будет лучше видна студентам».

Затем он попросил ручку, написал на листе бумаги свой адрес, спустился в зал, подошел к студенту, сидевшему во втором ряду пятым слева и, вручив листок с адресом, пригласил к себе в гости.

Его спросили, почему из нескольких сотен студентов он выбрал именно этого. Больной ответил: «Он мне понравился больше всех, он очень симпатичный парень».

Поблагодарив больного за участие в сеансе, ему сказали, что он может быть свободен. Больной извинился и попросил разрешения сказать несколько слов студентам. Получив разрешение, он поднялся на кафедру и торжественно поздравил студентов с наступающим праздником.

Когда утихли аплодисменты, ему задали вопрос, почему он поздравляет с праздником, который будет еще так скоро. «А я ведь могу больше с ними не встретиться», — ответил он.

В научной литературе отмечается реализация постгипнотических внушений и в более отдаленные сроки. Так, больной во время сеанса получил указание приехать к врачу ровно через год и сообщить о своем состоянии. Объясняя свой поступок, он сказал, что никаких указаний об этом не получал и не думал об этом, и лишь за несколько дней до своей поездки почувствовал желание навестить врача.

Постгипнотическое внушение широко используется и в лечебной практике. Больному внушается мысль о том, что он будет себя хорошо чувствовать, спокойно реагировать на предстоящие события и т. д.

Однажды к автору этих строк обратился больной, у которого на медицинской комиссии было обнаружено повышение артериального кровяного давления. Молодой человек знал, что новую, интересующую его работу он получит при условии, если будет совершенно здоров. Несколько дней волнения перед комиссией, встреча с товарищем по службе, которого «забраковали» из-за повышенного артериального давления, сделали свое дело. Давление оказалось повышенным. Не помогли ни средства, снижающие давление, ни лечебная физкультура.

Было проведено несколько сеансов гипноза, во время которых внушалось состояние покоя, отдыха, восстановления и укрепления нервной системы, а главное, что на очередном осмотре он будет спокоен и уверен в себе.

Через несколько месяцев пришло письмо, в котором молодой человек сообщал, что он трижды проходил медицинскую комиссию, давление всегда было нормальным, а самочувствие прекрасным.

Таким образом, постгипнотическое внушение реализовалось трижды в соответствующей ситуации.

Опасность и осложнения от применения гипноза

По мнению большинства исследователей, гипноз является лечебным воздействием, а значит, может, как и всякое лекарство, оказывать не только положительное, но и отрицательное влияние. Естественно, имеется в виду или неквалифицированное применение гипноза или неправильная постановка диагноза, а следовательно, и необоснованное применение метода.

Не следует забывать, что, хотя и очень редко, но все же встречаются случаи неадекватной реакции на погружение в гипнотическое состояние, обусловленное сугубо индивидуальными особенностями высшей нервной деятельности и состояния человека.

К таким осложнениям можно отнести затрудненный выход из состояния гипноза, возникновение галлюцинаций, истерические проявления во время гипноза и после его окончания.

Многие факты заставляют предостеречь лиц, не имеющих специального психотерапевтического образования, от необоснованного и, главное, неправильного употребления гипноза.

Невольно вспоминается случай, когда молодой врач, отлично овладевший техникой гипнотерапии, но еще не имеющий достаточного опыта, решил удивить своих коллег наглядным могуществом гипноза. На конференции в больнице он вывел на сцену заикающуюся девочку, погрузил ее в гипнотическое состояние, провел соответствующее внушение и заверил публику, что, придя в себя, она будет совершенно здоровой. К великому огорчению врача, речь у девочки не изменилась. Смущенный и расстроенный неудачей врач понял: надо заниматься своим делом, то есть лечением, а исцеление оставить на долю «чудотворцев». Несколько подорванный опрометчивым поступком авторитет молодого врача был полностью восстановлен, когда через две недели девочка действительно была избавлена им от заикания.

Врач не может быть только гипнологом, он должен быть прежде всего психотерапевтом.

Очень полезно всегда помнить слова Расула Гамзатова:

Говорят, полезен и яд змеи, если он в умелых руках.
Вреден и пчелиный мед, если он в руках дурака.

Гипноз и преступления

В связи с возможностью влиять в состоянии гипноза на будущие поступки и действия человека часто возникает вопрос: не может ли внушение явиться причиной преступления? Теоретически такая возможность не исключается. Действительно, подстрекательство иногда толкает человека на преступление. При этом несомненно имеет место внушение. Следовательно, оно может быть осуществлено и во время гипноза.

Однако многовековая история гипноза не знает подобных примеров. В частности, немецкий гипнолог А. Кронфельд писал в 20-х годах нашего столетия: «...До сих пор с несомненностью не подтверждено решительно ни одно преступное деяние, будто бы совершенное в гипнотическом или после-гипнотическом состоянии».

Дело в том, что человек, погруженный в состояние гипноза, под влиянием внушения — как во время сеанса, так и после него — выполняет все распоряжения гипнотизера, кроме тех, которые противоречат его моральным устоям или требованиям безопасности. Поэтому если человек не склонен к аморальным поступкам, он не совершит их и под влиянием внушения. Точно так же ничто не заставит человека спрыгнуть с балкона, скажем, четырнадцатого этажа: инстинкт самосохранения не пропустит такое указание к исполнительным органам.

Не реализуются, как правило, и внушения, противоречащие желаниям и стремлениям больного.

Реальные возможности гипноза

Возможности гипноза поистине неисчерпаемы.

Широко известно, что можно повысить абсолютную физическую силу человека, внушив ему, что он — богатырь, силач и т. д. Изменяются под влиянием внушения и другие качества и даже его способности. Например, было показано, что если загипнотизированному внушить, что он великий художник, то он рисует намного лучше, чем наяву. Таким же способом удавалось повысить музыкальные и другие способности.

Автор этих строк, ни в коей мере не обладающий музыкальным слухом, способностями и образованием, однажды «внес свой вклад» в музыкальное искусство. Молодой человек пошел по стопам своего отца — известного музыканта. Естественно, что техникой игры он владел превосходно. Однако при поступлении в консерваторию обнаружилось, что исполнить произведение, которое он прекрасно знал, перед приемной комиссией он не сможет из-за чрезмерного волнения. Удрученный этим обстоятельством отец скорее от отчаяния, чем в надежде, спросил, нет ли возможности помочь сыну. И был немало удивлен, услышав положительный ответ.

После нескольких сеансов гипноза абитуриент стал студентом. Пошли годы напряженной учебы. Приближались государственные экзамены. И вдруг ... нет, конечно, не вдруг, а в результате большого напряжения, переутомления, предэкзаменационного волнения, — у него опять возникли чувство неуверенности в своих силах, тревога, опасение и даже страх перед возможным провалом.

Отец вновь попросил помощи. Кстати, теперь оказать ее было значительно проще, чем в первый раз. Дело в том, что несмотря на длительное время, прошедшее после первого (будем говорить) лечения, повторный курс осуществить значительно легче.

Аналогичное бывает и при психотерапевтическом лечении более серьезных заболеваний. Очевидно, в коре головного мозга сохраняются следы от прошлых гипнотических воздействий, и при повторном курсе их нужно только «освежить».

Так было и на этот раз. Одного сеанса гипноза оказалось вполне достаточно для восстановления нормального состояния нервной системы молодого музыканта.

Подчеркнем: если бы юноша не умел играть, никакой гипноз ему не помог бы. Речь шла лишь о том, чтобы при помощи гипноза снять те невротические расстройства, которые мешали исполнителю демонстрировать свое мастерство.

Кстати, вмешательство психотерапевта в естественный ход экзаменов ни в какой мере не является противозаконным. Ведь экзамены сдавал сам студент и находился он в это время в естественном, бодрствующем состоянии, а не в гипнотическом. Преступлением было бы вывести его на сцену в состоянии гипноза. В данном же случае гипноз был применен лишь с лечебной целью.

Внушением в гипнозе можно влиять не только на психику человека, но и на функции различных органов и систем. Это влияние осуществляется путем воздействия через вторую

сигнальную систему на гипоталамо-лимбическую формуляцию мозга, регулирующую эмоции и вегетативные функции организма.

Гипноз — активный и эффективный психотерапевтический метод. Он широко применяется при лечении реактивных, невротических, психогенных расстройств, при истерических симптомах и синдромах. Но этим его возможности не исчерпываются. Известно, что при любом заболевании органического происхождения ЦНС не остается безучастной. Психологические реакции на ту или иную болезнь оказывают существенное влияние как на течение самой болезни, так и на общее состояние больного.

Иногда психический фактор вытесняет значение первичного заболевания и становится его главным проявлением. Например, чувство страха, возникающее при инфаркте миокарда, чаще является причиной инвалидности, чем само поражение сердца.

Бывает и так, что человек становится инвалидом даже при отсутствии реальной болезни только от одних мыслей о ее наличии. Например, довольно широко распространенное явление канцерофобии (страх заболеть раком или уверенность в заболевании, когда его нет) может полностью нарушить нормальный образ жизни человека. Отметим: реальное заболевание раком вызывает меньше страха, чем мнимое.

Поэтому никого не удивляет парадокс: мнимая болезнь — страшнее истинной.

«Реальные страдания,— пишет в своей «Исповеди» Ж.-Ж. Руссо,— оказывают на меня мало влияния, гораздо сильнее мучаюсь я теми, которые придумываю себе сам: ожидаемое несчастье для меня страшнее уже испытываемого».

И этому парадоксу можно найти объяснение. При наличии реальной болезни осознание ее уже является вторичным фактором. При этом каждый больной надеется, что возможен ошибочный диагноз, возможно легкое течение, возможно выздоровление. Все это смягчает тягостные ощущения и вселяет определенные надежды.

А «надежда на выздоровление — половина выздоровления», — говорил А. Вольтер. С ним перекликается А. Дюма-отец: «Надежда — лучший врач из всех, какие мне известны».

Мнимая болезнь формируется в мозгу и является для сознания первичным, наиболее ярким раздражителем, следовательно, и интенсивность его воздействия на психику будет больше. Поэтому человек, возомнивший себя больным, не

сомневается в наличии болезни и не надеется на благоприятный исход. А безнадежность — это самое страшное состояние. Не зря Данте над входом в ад «написал»: «Оставь надежду всяк, сюда входящий».

Широко используется гипноз для повышения эффективности восстановительных процессов и скорости их протекания, то есть фактически — для улучшения работоспособности. В частности, известно, что восстановление мышечной силы, истощенной до отказа работой, в состоянии гипноза происходит в два раза быстрее, чем во время отдыха в бодрствующем состоянии (К. И. Платонов). Этот факт неоднократно находил подтверждение в работе с выдающимися спортсменами, чемпионами Олимпийских игр, мира, Европы и страны.

Огромную помощь оказывает гипноз в восстановлении и повышении умственной работоспособности. Несомненна положительная роль гипноза в улучшении адаптационных возможностей организма, например в космонавтике.

Велики возможности гипноза. И все же они не беспредельны. И, главное, нельзя методом гипноза заменить обучение и воспитание, укрепление силы воли и трудолюбие, закалку организма и профилактику заболеваний.

Человек не должен и не может в состоянии гипноза жить, выходить на сцену, участвовать в соревнованиях, трудиться и отдыхать. Все это должно осуществляться в естественных, нормальных условиях.

Ближайшие перспективы

Хотелось бы еще раз напомнить, что гипноз является одним из тех особенных состояний человека, коры его головного мозга, которые можно значительно шире использовать как для изучения возможностей человека — явных и скрытых, так и для целенаправленного влияния на них. При помощи гипноза можно, так сказать, «увидеть» психическую деятельность человека в чистом виде, изолированно от непроизвольного влияния внешних и внутренних факторов.

Повышение качества отдельных функций организма вследствие избирательной концентрации внимания на них в гипнозе таит в себе заманчивую перспективу: установить пределы возможностей человека, диапазон функциональных резервов организма и мозга, лежащий между деятельностью естественной и в состоянии гипноза.

В. Е. Рожнов отмечает, что, используя сомнамбулическую стадию гипноза, удалось ближе подойти к пониманию сущности отдельных невротических расстройств, а значит.

и к возможности их психотерапевтического лечения. А это так важно в наш напряженный век с его все возрастающим темпом жизни.

Каких-нибудь сто лет назад езда на автомобиле со скоростью 13 км/ч считалась опасной для водителей и для пешеходов. Сотрудника одного из первых автомобильных «королей», провозгласившего тост за то, чтобы когда-нибудь автомобили достигли скорости 40 км/ч, осмеяли.

Прогресс быстро опередил все эти предположения. Однако организм к новым условиям адаптируется с замедлением. И все чаще нагрузки становятся чрезмерными, повреждающими, а порой и разрушающими.

Поэтому, исходя не только из собственного опыта, но и из новейших литературных данных, можно сказать, что роль гипноза и вообще психогигиены в настоящее время очень важна, особенно для подготовки специалистов, действующих в стрессовых, близких к экстремальным условиям, а в связи с дальнейшим техническим прогрессом будет все более возрастать.

Американский кибернетик С. Бир писал: «Нашу науку мы должны употребить для того, чтобы выявить все те скрытые в существующих структурах исходы, которые кажутся будущим».

О некоторых аспектах самовнушения

Ученые и практики все большее внимание уделяют вопросам использования самовнушения, системы йогов, различных вариантов аутогенной тренировки³.

Методы самовнушения для лечения нервных болезней предложил еще в 1880 г. выдающийся русский психиатр В. М. Бехтерев.

Сегодня мы уже отошли от рецептов 20-х годов, когда во Франции гарантировали полное излечение повторением про себя десятки раз формулы самовнушения. Правда, до сих пор не раскрыта сущность системы йогов, которые могут самовнушением регулировать свои внутренние функции⁴.

Теперь исследователь вооружен новым методом самоуправления (назовите его саморегуляцией, самовнушением —

³ Читателю можно посоветовать для более полного знакомства с проблемой такие издания: *Беляев Г. С., Лобзин В. С., Копылова И. А. Психогигиеническая саморегуляция.* — Л., 1977; *Теория и практика аутогенной тренировки.* — Л., 1980.

⁴ Желающий может познакомиться со статьей *В. Бахура «Секреты йогов и произвольная регуляция работы внутренних органов»* (Наука и жизнь, 1979, № 3) и книгой *В. Леви «Искусство быть собой»* (М., 1980).

суть одна). Речь идет о так называемой биологической внешней обратной связи. Суть этого метода заключается в том, что человека обучают регулировать свои биологические ритмы — биотоки мозга, биение сердца, частоту дыхания, величину зрачка, температуру тела, кровяное давление и т. д., ориентируясь на сигналы, которые ему подают (скажем, вспышка света, форма кривой, которую чертит на экране луч осциллографа, звуковой сигнал, раздражение электрическим током)⁵.

Собственно история этого вопроса начинается еще с 1968 г., когда в зарубежной печати появилось сообщение о том, что биологическая обратная связь может использоваться для самоуправления альфа-ритмом биотоков мозга. Предполагали, что эта методика даст возможность объективно оценивать аутогенную тренировку, самовнушение, интеллектуальную саморегуляцию и активность.

Появилось много сообщений различной достоверности.

...Балтимор. Больной лежит на койке и смотрит на три небольших огонька, расположенных, как на светофоре: красный — вверху, желтый — в середине, зеленый — внизу. Его задача: «усилием мысли» заставить «гореть» только желтый свет. От этого зависит многое. Больной страдает опасным нарушением ритма сердцебиения, и его пытаются научить поддерживать нормальный ритм с помощью умственного усилия.

... Сан-Франциско. Доброволец-испытуемый сидит в небольшой темной комнате. Он постоянно слышит звук определенной силы. Его задача — увеличить или уменьшить громкость звука, каким-то образом изменяя электромагнитное излучение своего мозга.

Больной в Балтиморе участвует в опытах, проводимых геронтологическим исследовательским центром Национального института охраны здоровья людей. В основе эксперимента лежит предположение, что человека можно обучить усилием воли изменять кровяное давление, частоту пульса или даже перистальтику кишечника. Осторожные попытки осуществить это предпринимаются в различных исследовательских центрах мира. Еще никому не известно, дадут ли они практические результаты, однако потенциальные возможности метода исключительно велики, и результаты опытов на

⁵ Для более подробного знакомства мы отсылаем читателя к таким изданиям: *Валуева М. Н.* Произвольная регуляция вегетативных функций организма. — М., 1967; *Черниговская Н. В.* Адаптивное управление в неврологии. — Л., 1978.

животных, похоже, подтверждают возможность его практического применения.

Предполагается, что процесс обучения саморегуляции особенно отличается от обучения человека управлению движениями своих рук и ног. Эти движения на первый взгляд кажутся весьма простыми, но на самом деле процесс управления ими состоит в очень сложной «оркестровке» нервных сигналов, идущих от участвующих в движении мышц и обратно. Основой правильного выполнения движений является обратная связь: человек ощущает результаты движений и изменяет их таким образом, чтобы достигался желаемый результат.

При обучении управлению такой функцией организма, как кровяное давление, обратная связь должна быть создана искусственно, при помощи какого-либо сигнала. Этот сигнал должен показывать, осуществилось или нет желаемое изменение.

Б. Энгель попытался научить больных прерывать ненормальный ритм биения сердца, возникающий вследствие добавочного сокращения желудочков этого органа. У больного каждую минуту может происходить до тридцати и более таких сокращений, что приводит к нарушению кровоснабжения организма. У четырех из восьми больных после специальной тренировки значительно снизилась частота добавочных сокращений. Один из больных после тренировки поддерживает нормальный ритм сердцебиения уже более двух лет.

Метод тренировки, применяемый Б. Энгелем и его сотрудниками, типичен для такого рода экспериментов. Больной получает зрительный или звуковой сигнал, указывающий на состояние той функции организма, управлению которой его обучают, и ему становится ясно, в каком направлении изменяется эта функция, например замедлился ли ритм сокращения сердца.

Во время эксперимента ЭВМ анализирует полученную электрокардиограмму и сигнализирует светом или звуком, если происходит нужное изменение.

В начале тренировки точность анализа такова, что даже самые незначительные (в том числе и произвольные) изменения в желательном направлении вызывают подачу сигнала. Больной следит за сигналом и понемногу «усилием мысли» начинает влиять на него. Потом оборудование настраивают так, чтобы для подачи сигнала требовались все большие и большие изменения частоты пульса. Таким путем формируется нервная реакция организма, направленная на учащение (или замедление) пульса.

Если судить по сообщениям зарубежных исследователей, то путем самовнушения можно изменять уровень кровяного давления от 10 до 50% исходного уровня.

Внимание ученых привлекла возможность купирования или даже лечения больных эпилепсией. Это особенно важно, если учесть, что происхождение данного патологического процесса до сих пор неясно.

На съезде Американской психологической ассоциации в Монреале М. Стирмен (госпиталь администрации по делам ветеранов в Сепулведа, штат Калифорния) сообщил об успешном применении метода биологической обратной связи на четырех тяжелобольных эпилептиках.

М. Стирмен сначала работал с кошками и нашел, что они в состоянии покоя вырабатывали специфический ЭЭГ-ритм (12—16 циклов в секунду), возникающий из сенсомоторной коры головного мозга. Кошки, приученные вырабатывать нормально высокие количества сенсомоторного ритма (СМР), оказались устойчивыми по отношению к искусственно вызванным конвульсиям, и поэтому экспериментатор решил обучить эпилептиков изменению их отклоняющейся от нормы активности волн головного мозга и снижать конвульсии, вырабатывая больше СМР.

При использовании системы биологической обратной связи выработка пациентом СМР сопровождается звуком звонка или вспышкой света. Пациенты М. Стирмена не реагировали на антиконвульсивные препараты, но после месяца обучения (по три часа в неделю) научились по желанию вырабатывать СМР. Через три месяца обучения у всех больных был получен положительный эффект.

В другом исследовании ритмы ЭЭГ модулировали яркость светового источника, вспыхивающего перед закрытыми глазами пациента. Пациент обучался достигать оптимального ритма световых воздействий. Несколько больных эпилепсией выздоровели после 1—2 месяцев лечения. Старания испытуемых направлены прежде всего на усиление альфа-ритма биопотенциалов мозга, сопутствующих «спокойному» состоянию мозга.

В работе ленинградских ученых описана методика направленной регуляции этого ритма. У испытуемых регистрировалась электрическая активность теменной области головы. С помощью ЭВМ происходило формирование светового сигнала на экране осциллографа. Шести испытуемым поставили задачу: перемещать световое пятно на экране индикатора в верхнюю его часть, что соответствовало увеличению интенсивности альфа-ритма. Другим шести испытуемым

предлагали перемещать указанное пятно в нижнюю часть экрана, что соответствовало уменьшению интенсивности альфа-ритма. Из 12 испытуемых 10 оказалось в состоянии регулировать альфа-ритм.

Описаны эксперименты с целевым управлением частотой сердечных сокращений. Использовали сигнал обратной связи в виде линии, длина которой на экране осциллографа изменяется пропорционально интервалам R—R ЭКГ. При каждом успешном укорочении или удлинении R—R высвечивалось слово «хорошо». Анализ показал прямую зависимость эффективности произвольного учащения пульса от частоты сигналов обратной связи с максимальной эффективностью при непрерывной обратной связи. При задании снижать частоту сердечных сокращений были получены величины несколько меньше, чем в контрольной группе. Произвольное учащение и урежение пульса, по-видимому, опосредуется различными механизмами, и механизм урежения менее эффективно реагирует на входную информацию.

Произвольной регуляции вегетативных функций посвящена интересная работа М. Н. Валуевой, которая использовала прием мысленного воспроизведения эмоциональных состояний. Ею исследовалось изменение кожногальванического рефлекса (КГР).

Суть эксперимента заключается в том, что испытуемые на бумаге электроэнцефалографа могли наблюдать свои КГР. После адаптации они должны были записать отдельные буквы и слова, используя азбуку Морзе. Применение ее приводит к коротким или продолжительным сдвигам, которым можно поставить в соответствие точки или тире.

Исследовательница замечает, что задача по произвольной регуляции КГР может быть осуществлена, а также что произвольная регуляция электрической активности мозга (прежде всего депрессии и экзальтации альфа-ритма) в определенной мере совпадает с принципами произвольной регуляции КГР.

В экспериментах, осуществленных под руководством советских физиологов П. В. Симонова и Ф. Г. Темникова, у испытуемых вырабатывались навыки мысленной передачи сообщений по азбуке Морзе с помощью КГР: импульсный сдвиг — точка, длительные пезатухающие колебания — тире. Следя за стрелкой автобиоиндикаторного прибора, испытуемые вызвали мысленные представления о каких-либо эмоционально окрашенных событиях: точка — болезненный «укол иголкой», тире — «катание на высоких качелях». В результате были получены интересные и достоверные факты об осо-

бенностях формирования навыков управления человеком сферой своих подсознательных реакций.

Очень интересны работы канадского исследователя Дж. Басмаджяна по мысленному избирательному управлению состоянием спинальных нервных клеток.

Сущность разработанной им методики состоит в восприятии испытуемым разности биопотенциалов одной или нескольких двигательных единиц здоровых мышц его конечностей, туловища, лица или шеи, регистрируемых контактным способом при помощи специальных биополярных вживляемых игольчатых электродов (толщиной с волос). Информация о состоянии возбуждений (релаксация) подается ему для коррекции афферентных усилий по каналам искусственной слуховой или зрительной обратной связи. Дублируя врожденные подсознательные проприоцептивные эффекторные (командные) импульсы, среднему испытуемому помогают за 15 минут тренировки с инструктажем и срочным показом результатов приобрести навык произвольного избирательного управления состоянием спинальных нервных клеток с устойчивым сохранением этого навыка при последующем устранении сигналов искусственной обратной связи.

Таким образом, была подтверждена гипотеза о возможности сознательного, то есть контролируемого мозгом, регулирования частоты афферентных разрядов в отдельных здоровых мотонейронах человека. Более того, оказалось, что при замыкании искусственных слуховых и зрительных чувствительных сигналов обратной связи почти каждый человек легко обучается не только сознательному возбуждению отдельных двигательных единиц, регулированию периодов их покоя (на протяжении сколь угодно длительного времени), произвольной имитации ритмов галопа, раскатов грома, барабанного боя и т. д., но и сохраняет эти навыки произвольного управления изолированными реакциями двигательных единиц при полном устранении сенсорных сигналов обратной связи.

Большинство людей оказалось в состоянии подчинить своей воле реакции одной или двух двигательных единиц, а некоторые — трех, четырех и даже шести мотонейронов, «включая» и «выключая» их без воздействия на соседние единицы или имитируя различные тонкие оттенки и колорит их «внутренних» музыкальных ритмов. Диапазон максимальной частоты разрядов мотонейронов при навыках произвольного управления всегда достигал от 9 до 25 и более импульсов в секунду, тогда как у нетренированных субъектов он лежит в диапазоне от 1 до 7 импульсов в секунду. Будучи

уверены в успехе управления без обратной связи и достигая его, испытуемые объясняли свой успех приобретением навыка «думания» о мотонейроне, если они «видели» или «слышали» о нем раньше.

Считают, что можно реализовать схемы с программным устройством, управляемым ЭВМ. Это устройство посылает сигналы в подкорковые центры, от которых сигналы опознания поступают в кору мозга.

Не будем окончательно уверенными, как это делают некоторые ученые, в том, что биоэлектрическая (или, по нашей терминологии, нейроэлектронная) система есть решение проблемы сосуществования, симбиоза человека и автомата. Однако эти системы могут сыграть огромную роль в решении данной задачи.

Не искажайте действительности ни клеветами на нее, ни украшением от себя, но показывайте ее, какова она есть в самом деле, во всем ее очаровании и во всей ее неумолимой суровости...

В. Г. Белинский

ИЗЛУЧАЮЩИЙ МОЗГ И СОВРЕМЕННЫЕ МИФЫ

Мозг —
радиостанция?

Еще в школе учат: при движении электрических зарядов, при протекании переменных токов в пространстве вокруг проводников возникает электромагнитное поле. Отсюда следует логический вывод: поскольку в живом организме мы имеем дело с переменной ритмичкой биопотенциалов, то надо ожидать, что организм в целом и составляющие его единицы являются источниками электромагнитных полей.

Ученые давно пытались найти доказательство этому. Английский ученый, химик и физик Г. Деви еще в XIX в. заметил, что при разряде электрической рыбы колебалась магнитная стрелка, помещенная вблизи ее и намагничивались тонкие стальные стержни. Великий М. Фарадей писал, что сущность электрического тока, получаемого разными способами, одна: он видит ее в наличии магнетизма, установленного им для вольтова электричества, термоэлектричества и для животного электричества.

В конце прошлого века исследователи разных стран пытались доказать возможность образования магнитных и электрических полей около организма с помощью предельно простой методики: стальные иглы, вколотые в возбужденный нерв или мышцы, начинали притягивать железные опилки.

Два французца «усилием воли» заставили двигаться магнитную стрелку.

В 1893 г. в Петербурге вышла брошюра Н. В. Туркина «Электрическое лучеиспускание человеческого организма». В ней утверждалось, что если крылышко бабочки насадить на иглу так, чтобы оно могло свободно вращаться, то при взгляде на него оно начинало двигаться.

Другие исследователи утверждали, что электромметр, известный еще по школьным урокам, реагирует на движение человеческой руки.

При проверке более точными методами эти наблюдения не подтвердились. Уже в начале века была установлена и возможная причина артефактов¹ — оказалось, что движение человеческого тела вследствие трения о воздух сопровождается появлением около него электрического поля.

Двадцатые годы нашего столетия ознаменовались бурным ростом интереса к этой проблеме у крупнейших ученых нашей страны.

Это было замечательное время. Еще голодно и холодно, но 180 ученых, реализуя замысел В. И. Ленина, создают план ГОЭЛРО. Растет сеть вузов и рабфаков. Организуются новые институты, общество межпланетных сообщений — знаменитая ГИРД — колыбель нашей космической программы.

Научная мысль бьет ключом и, кажется, нет предела возможностям освобожденного разума. Думалось, что близки полеты на другие планеты, покорение силы ветра, открытие новых источников энергии, победа над болезнями. Именно в эти годы в СССР рождается искусственное кровообращение, и пораженные ученые смотрят, как изолированная голова собаки, лежащая на блюде, оживленная аппаратом С. С. Брюхоненко, следит глазами за ходящим около нее экспериментатором.

Научная фантастика вдохновляется успехами науки: известный роман А. Р. Беляева «Голова профессора Доуэля» (1925) навеян опытами Брюхоненко. И не случайно этот же писатель пишет роман «Властелин мира». Речь в нем идет о передаче мыслей на расстоянии с помощью радиоволн, об овладении функциями человеческого мозга. Прототипы героев романа жили рядом с писателем — известный дрессировщик Дуров, инженер Б. Б. Кажинский, ставившие эксперименты по «мысленному внушению» и доказывавшие его электромагнитную природу. Пусть их опыты с современ-

¹ Артефакт (от лат. art factum — искусственно сделанное) — процесс или образование, несвойственные изучаемому объекту в норме и возникающие обычно в ходе его исследования.

пой точки зрения представляются некорректными, а представления Кажинского механистичными и наивными, но делались они во имя науки и для нее.

К. Э. Циолковский писал Б. Б. Кажинскому: «Одновременно с химической деятельностью, весьма медленно распространяющейся в нервах, возбуждаются и электромагнитные волны, которые распространяются со скоростью света. Эти последние действуют на одинаково настроенные нервные системы близких нам людей и производят известные «телепатические явления».

Мысль о том, что работа мозга сопровождается электромагнитными излучениями, все больше увлекает ученых. Основатель советской биофизики П. П. Лазарев писал (1920):

...В клетках центров должны быть заложены вещества, дающие периодическую пульсацию как химической реакции, так и электродвижущей силы... Мы должны, следовательно, ожидать, что всякий наш двигательный или чувствующий акт, рождающийся в мозгу, должен передаваться и в окружающую среду в виде электромагнитной волны.

Г. Уолтер образно повторил почти то же самое:

Мозг следует описывать как обширный агрегат электрических элементов, столь же многочисленных, как звездное население Галактики. В океане мозга вздымаются беспокойные приливы нашего бытия, в тысячи раз относительно более мощные, чем приливы земных океанов.

П. П. Лазарев связывал передачу мысленного внушения с распространением электромагнитного поля мозга с длиной волны около 30 тыс. км.

Но в 1924 г. в «Журнале прикладной физики» появляется статья В. А. Аркадзева. Принимая, что длина волны должна быть порядка несколько тысяч километров (исходя из частоты ритмики мозга), ученый, вводя, естественно, ряд упрощений, основываясь на теории Максвелла, пытался подсчитать напряженность магнитного поля мозга (при величине биотоков в 0,01 В).

Оказалось, что напряженность магнитного поля получается равной 10^{-15} Гс, электромагнитная энергия — $6,5 \cdot 10^{-24}$ эрг (тогда как, например, для порогового раздражения человеческого глаза необходима энергия $2,1 \cdot 10^{-10}$ эрг/с). На расстоянии 5 м от излучающего мозга величина наведенного тока будет не более 10^{-21} А, напряжение наведенной электродвижущей силы (ЭДС) — $5 \cdot 10^{-14}$ В.

Вот почему с трудом верится в недавнее сообщение, которое промелькнуло в газетах, о том, что живущие в пустынях

Средней Азии и Казахстана клещи рода хиаломма улавливают какие-то излучения мозга человека. Вывод этот сделан из такого наблюдения: когда голова человека экранировалась кузовом автомобиля или жестяным листом, то клещи, активно преследовавшие до сих пор исследователя — доктора биологических наук П. И. Мариковского, прекращали поиск жертвы.

Однако сам исследователь, описывая этих членистоногих, указывает, что на лапках их передних ног находится специальный орган в виде ямки, в которой расположены выросты. В поиске добычи насекомое взбирается на возвышение и, подняв ноги, поводит ими, «как радиолокатором». Стоит отрезать ему передние ноги, как оно теряет способность отыскивать цель. Очень возможно, что здесь и таится разгадка, — мы имеем дело с «радиолокатором».

В самом деле, в природе это явление не единично. Очень многие рыбы обладают своеобразными радио- (точнее, электро-) локаторами. Электрические органы этих рыб посылают импульсы в окружающее пространство (например, африканская рыбка мормирус, или водяной слон — 100 импульсов в минуту). Электромагнитные колебания, отражаясь от препятствий или живых существ, воспринимаются «приемником» рыбы (у того же мормируса он находится у основания спинного плавника), «оцениваются», и рыба «принимает решение» — бежать, обогнуть препятствие или броситься на добычу. Есть виды рыб с более высокой частотой посылаемых сигналов — 300—1675 кол./с.

Один из видов ската, которого на Черном море называют морским котом, обладает чувствительными к биотокам рецепторами. Скот, улавливая биотоки молодых камбал, быстро находит их в песке и нападает на них.

Может быть, и клещи обладают подобного рода устройством. Но тогда это — истинный радиолокатор, к тому же настроенный на распознавание живых объектов.

Гипотезы и факты

Однако, если уловить электромагнитные колебания мозга человека чрезвычайно трудно и, во всяком случае, маловероятно, чтобы они возбуждали другой мозг, находящийся за мощным экраном черепа и межтканевой жидкости (мы можем только благодарить природу за этот выработавшийся в ходе эволюции экран, иначе стали бы игрушкой электромагнитных стихий), то можно надеяться на успех в случае, когда нервный проводник освобожден от окружающих его тканей.

В своей монографии «Ионная теория возбуждения» (1923) П. П. Лазарев предсказал, что если разместить два мышечных препарата недалеко друг от друга и заставить сокращаться один из них действием химического или механического раздражителя, то электромагнитная волна может вызвать сокращение другой мышцы. Насколько нам известно, подобного рода эксперименты до сих пор не были описаны ни в одной публикации. В сборнике трудов ленинградского Института мозга им. В. М. Бехтерева в списке работ, выполненных его сотрудниками, автор этих строк увидел, что Ф. П. Петров, много сделавший для уяснения механизма действия электрических факторов на возбудимые ткани, в 30-х годах провел такой эксперимент, но работа почему-то не была опубликована. Через несколько лет после ее выполнения, ставя в лаборатории Ф. П. Петрова эксперименты, о которых пойдет речь ниже, я познакомился с этой работой. Оказалось, что если на близком расстоянии расположить на изоляторе два нервно-мышечных препарата и раздражать один из них, то при повышенной возбудимости другого можно получить отчетливо выраженное возбуждение. Эти опыты нуждаются, конечно, в проверочных экспериментах (не влияет ли, скажем, вибрация от сокращения мышцы первого препарата и передающаяся через опору на функциональное состояние второго, и не служит ли она пусковым сигналом для находящегося в предвозбужденном состоянии препарата?).

Были получены прямые и косвенные доказательства наличия излучения нерва. Ученик известного советского ученого А. В. Леонтовича Б. В. Краухин сумел в 1938 г. зарегистрировать токи действия нерва индуктивным путем — с помощью миниатюрных катушек, внутрь которых вкладывался нерв. Он осуществил также передачу возбуждения от одного препарата к другому индуктивным путем, моделируя таким образом передачу возбуждения синапсом. По существу последнее было повторением на новом методическом уровне классического опыта итальянца К. Маттеучи, состоящего в том, что при наложении на мышцу одного препарата нерва другого при сокращении одной мышцы сокращается и вторая.

Пользуясь установками Ф. П. Петрова, автор этих строк решил поставить серию экспериментов по косвенному доказательству наличия излучения нерва.

Ход рассуждения был таков. Если нерв излучает волны определенной длины, то и чувствителен он будет к воздей-

ствию волн такой длины, то есть он как бы «настроен» на определенную длину волны.

Использовалась классическая методика В. А. Данилевского. К борну вторичной обмотки большой индукционной катушки прикреплялся излучатель в виде диска. В первичную был включен прерыватель. Таким образом, был получен генератор длинных волн с переменной частотой. Изолированный нервно-мышечный препарат лягушки помещался в стеклянный сосуд, наполненный вазелиновым маслом, и располагался перпендикулярно диску излучателя на разном расстоянии от него. Определялось расстояние, на котором поле раздражало препарат.

Оказалось, что препарат наиболее чувствителен к волне длиной порядка 6000 км. Если вспомнить, что средняя частота биотоков седалищного нерва лягушки, который использовался в опытах, равна 50 кол./с, а по известной формуле длина волны, излучаемая любым передатчиком, равна скорости света, деленной на частоту колебаний, то совпадение становится весьма знаменательным.

Уже после войны под руководством П. И. Гуляева в Ленинградском государственном университете была выполнена и успешно защищена В. И. Заботиным диссертация на тему «Исследования низкочастотных электромагнитных полей, возникающих вокруг живых объектов». Ученый пытался зарегистрировать аурограмму (электрическое поле) с помощью высокочувствительного электромагнитного усилителя. Объект и датчик находились в экранированной заземленной камере. На расстоянии 25 см от изолированного нерва лягушки удалось зарегистрировать электромагнитное поле. На расстоянии 1 см амплитуда потенциала достигала напряжения почти 10 мВ. Электромагнитное поле сокращающейся мышцы лягушки тоже можно было уловить на расстоянии до 25 см, ауокардиограмма обнаженного сердца лягушки — до 2 см (0,4 мВ). Затем исследователь добился регистрации ауокардиограммы человека на расстоянии 25 см (0,1 мВ); ауограммы напряженных мышц ног можно было зафиксировать, располагая датчик на расстоянии 3 см от лба. Было также доказано, что крылья насекомых при движении, заряжаясь электростатическим зарядом, излучают электромагнитные волны. Опыты были проведены на шмелях, комарах, мухах, осах. Любопытно, что тела живых и мертвых насекомых, оперение птиц и шкурки зверей излучают переменные электрические поля с частотой падающего на них звука. А вот электриче-

ское поле мозга человека обнаружить не удалось; очевидно, мала чувствительность аппаратуры.

Анализируя работы по регистрации магнитной составляющей поля токов действия, в частности работы Б. В. Краюхина, о которых речь шла выше, В. И. Заботин пришел к выводу, что результаты, описанные в них, являются констатацией факта воздействия электрической составляющей на индукционные датчики. Поскольку чувствительность современных датчиков низка, то «поймать» магнитное поле невозможно. Этим и объясняются, по его мнению, отрицательные результаты, полученные группой грузинских кибернетиков во главе с М. А. Хведелидзе, которые, также пользуясь, как и Б. В. Краюхин, индукционными катушками, но применяя и электронную аппаратуру для усиления и регистрации излучения порядка 10^{-6} В, не обнаружили электромагнитного поля нерва и сокращающегося сердца.

Правда, сибирские ученые У. С. Валеев, А. С. Осенний, Ю. В. Торнуев, Д. Ф. Ракитянский (1973), регистрируя вблизи (до 100 см) человека и животных электрические поля, которые зависят от биения сердца и ритма дыхания, пришли к выводу — и весьма небезосновательно, — что регистрируемые явления — это результат механических колебаний тела. Ю. В. Торнуев зарегистрировал также поле возбужденного нерва; по его мнению, оно возникает вследствие естественного распределения зарядов в нерве. Недавно исследователь обнаружил на поверхности тела электростатические заряды величиной 10^{-6} — 10^{-11} единиц, обусловленные колебаниями тела при работающем сердце².

Так пока обстоит дело с выявлением и регистрацией низкочастотных полей организма.

Однако, по мнению ряда исследователей, должны существовать и высокочастотные поля. О «лучах Герца», которые должны испускаться головой человека, говорил еще В. М. Бехтерев. Б. Б. Кажинский считал, что в нашем теле должны быть колебательные контуры, состоящие из «катушек самоиндукции» и «конденсаторов». А. В. Леонтович увидел их в перичеселлюрах — разветвлениях, которыми оканчиваются отростки нервных клеток. Изучив гистологически их строение и размеры, он пытался высчитать длину электромагнитной волны, с помощью которой передается возбуждение с нейрона на нейрон³. Принимая индуктив-

² С его исследованиями можно познакомиться в сб.: *Методология науки и научный прогресс.* — М., 1981.

³ См.: *Леонтович А. В. Нейрон как аппарат переменного тока.* — Биол. журн., 1933, № 43.

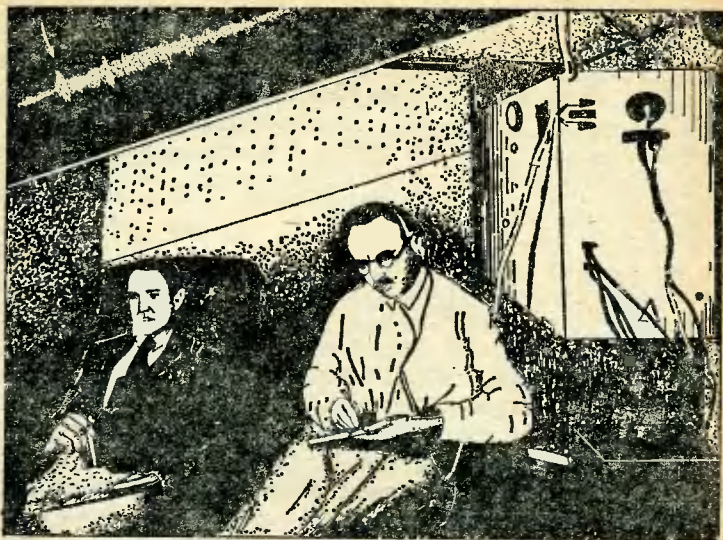


Рис. 23 Уникальное изображение обстановки опыта Ф. Кацамалли по обнаружению высокочастотного поля мозга.

ность периделлюрара равной 10^{-9} А, сопротивление — 4000 Ом/см, ученый высчитал по известным радиотехническим формулам частоту колебаний — 10^{10} Гц, то есть длина волны равна 3 см.

Пытались найти излучение мозга в коротковолновом диапазоне. В 20-х годах сенсацию вызвали опыты профессора психиатрии Римского университета Ф. Кацамалли (рис. 23). Свои опыты он проводил в изолированной свинцовой камере. Ученый решил «прощупать» следующие диапазоны: 300—400 м, 20—100, 50—100 и 4—10 м. В части опытов использовался метод «блений», то есть предполагалось, что можно будет зафиксировать колебания, возникающие в результате взаимодействия электромагнитного излучения мозга, и радиоволны соответствующего передатчика. При деятельности мозга Ф. Кацамалли фиксировал, как он ее назвал, «церебропсихическую радиограмму». И хотя ученый публиковал свои работы вплоть до начала второй мировой войны, его эксперименты почти сразу же подверглись критике и никто не мог повторить его результаты. Автор этих строк был сам свидетелем одной из таких безуспешных попыток, предпринятой в Институте мозга им. В. М. Бехтерева.

Опыты других исследователей либо тоже не приводили к успеху, либо не подтверждались при проверке.

В публикациях недостатка не было: уж слишком заманчивая проблема лежала перед исследователем. Немецкие исследователи Ф. Зауэрбрух и В. Шуман в течение трех лет тщетно пытались доказать наличие магнитного поля человеческого организма. Но вот электрическое поле они якобы зарегистрировали на расстоянии 3 м от работающей конечности. Но и эти опыты не получили подтверждения.

Одновременно появилась работа немецкого радиотехника А. Арденне. Он безуспешно пытался зарегистрировать появление электромагнитного поля мозга в диапазоне от 100 км до 150 м. Уже во время войны С. Я. Турлыгин сообщил, что по его данным «мысленное внушение» переносится волнами длиной 2 мм. Увы, и это не подтвердилось.

Послевоенный период был более плодотворен. В 1948 г. совершенно достоверно было зарегистрировано электрическое поле на расстоянии 12 мм от нерва. Группа исследователей Калифорнийского университета получила данные, что вдоль возбужденного нерва в течение 5 тысячных долей секунды для передачи нервного импульса образуется магнитное поле. В 1960 г. на конференции общества американских радиоинженеров было сообщено, что при мышечном сокращении в непосредственной близости от мускулов человека зарегистрировано излучение с частотой 150 кГц. Любопытно, что излучение мелких мышц сильнее, чем крупных.

Советские ученые обнаружили излучение возбужденных мышц предплечья человека (3 кГц), мышцы лягушки, а также зрительных долей мозга стрекозы и головного мозга лягушки при освещении глаза и адаптации к темноте, вызванной ритмическими биопотенциалами.

В 1968 г. поступило сообщение, что американские ученые зарегистрировали магнитное поле сердца человека, достигающее по напряженности миллионных долей эрстеда. Сейчас магнитография стала прочно на ноги, и советские ученые вносят в это дело свой достойный вклад.

Очень интересны эксперименты американского исследователя Р. Коена (1968), измерившего магнитное поле человеческого мозга интенсивностью 10^{-10} Гс. Эти опыты, поставленные на вполне современном уровне, заслуживают более подробного описания.

Эксперимент проводился в хорошо изолированной камере с использованием так называемого параметрического усилителя с малыми шумами (блок-схема установки приведена на рис. 24). Исследователь измерял магнитное поле,

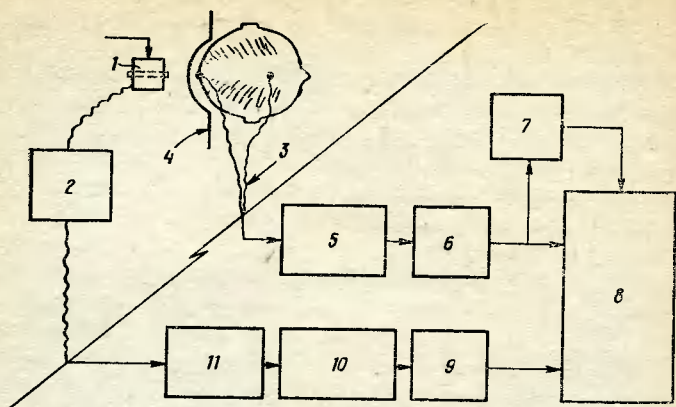


Рис. 24. Блок-схема определения магнитного поля мозга человека (по Р. Коену):

1 — магнитный детектор; 2 — параметрический усилитель; 3 — провода для отведения ЭЭГ; 4 — пластиковая подставка для головы; 5, 11 — усилители; 6, 9 — фильтры; 7 — осциллограф; 8 — вычислительная машина; 10 — интегратор. Объект и детектор — внутри экранированной камеры; электронная аппаратура вынесена наружу. Ферритовый сердечник на оси электростатически экранированной катушки находится около затылочного бугра.

возникающее при появлении альфа-ритма ЭЭГ. Поле это чрезвычайно мало — оно составляет 10^{-9} магнитного поля Земли и 10^{-3} поля сердца. Был поставлен ряд контрольных опытов с целью исключения возможности погрешностей.

Обратимся теперь к другому участку спектра электромагнитных колебаний.

Весьма впечатляющие данные получены белорусским ученым Е. Т. Кулиным⁴. Очень важно, что эффект неконтактного съема биоинформации можно зафиксировать не в «тепличных» условиях, то есть в изолированной камере и т. д., а в обычных, естественных.

Электроды — это, по определению исследователя, вещества, обладающие электрической поляризацией и обусловленным ею постоянным электрическим током, как естественный магнит обладает постоянным магнитным полем.

Е. Т. Кулин сформулировал понятие об электромагнитном континууме биологической системы — сложной архитектонике макроскопических электрических полей и токов, которые принимают участие в жизнедеятельности организма. С помощью весьма несложной аппаратуры он регистрировал переменные биоэлектрические поля вблизи изолированных нервов и мышц.

⁴ Кулин Е. Т. Биоэлектрический эффект. — Минск, 1980.

Выяснено, что живые ткани излучают как видимый свет, так и невидимый — ультрафиолетовые лучи. Всем хорошо известны светлячки или фосфоресцирующее море, которое «подсвечивают» светоносные бактерии. К светящимся организмам относятся и простейшие, и ракообразные, и насекомые, и моллюски, и рыбы. Вообще же «светоносцев» сравнительно немного — светится 1 из 10 тыс. видов. БиOLUMиНесценция — так называют это явление — результат окислительных реакций, протекающих в организме в присутствии особых ферментов и ряда металлов. Это наследие далекого прошлого, когда примитивные организмы спасали себя от перевозбуждения выбросом энергии в виде света. Теперь способность светить у ряда организмов — это рудимент, остаток далеких эпох, у других служит биологическим целям (сигнализация у светлячков), третьи и сейчас пользуются испусканием света как предохранительным клапаном, выбрасывающим излишки энергии.

Более 20 лет назад строгими физическими методами было обнаружено сверхслабое свечение в видимой части спектра корешков злаковых культур, различных тканей животных.

Особенно большой вклад внесли в это дело Б. Н. Тарусов и его сотрудники. Фотоэлектронные умножители сослужили хорошую службу биологам. Было доказано, что почти все живые организмы способны люминесцировать, причем наиболее мощное излучение дают ткани, богатые жиром. Оказалось, по удачному выражению советских исследователей А. И. Журавлева и Н. В. Тростникова, что живая клетка больше похожа на звезду, чем на планету. Она посылает сведения о себе путем светового излучения.

В лаборатории тканевых культур Новосибирского медицинского института успешно проводятся исследования процессов биolumиНесценции в различных биологических системах. Зарегистрировано свечение крови здоровых и больных людей, выявлены его спектральные характеристики, широко изучена биологическая активность естественных радоновых вод. Лечебные свойства радоновых вод, по-видимому, обусловлены наличием в них слабых световых биологически высокоактивных потоков. Световое излучение воды, вероятно, возникает в результате взаимодействия альфа-частиц с микроэлементами.

Здесь достоверно установили факт биологической взаимосвязи клеток через световое излучение. Культуры фибробластов человека выращивались на кварцевых пластинках с двух сторон. При поражении вирусом культуры клеток на

одной стороне культура на другой стороне стекла морфологически и гистологически изменяется. Было высказано предположение, что механизм повреждения клетки вирусом связан со специфическим изменением ее внутреннего светового режима.

На основании литературных данных и результатов собственных наблюдений руководитель этих работ В. П. Казначеев предположил, что существует весьма эффективная система передачи информации в биологических системах (как в клетках, так и в тканях) с огромной скоростью связи.

Ученый считает, что сверхслабые световые потоки в элементарных химических реакциях неживой природы по мере усложнения химизма и возникновения систем со свойствами самовоспроизведения и обмена из физического явления «свидетеля процесса» превратились в основной канал передачи информации, приобрели первостепенное биологическое значение⁵.

На долю лучей, относящихся к ультрафиолетовой части спектра, выпала драматическая судьба. Речь идет о так называемых митогенетических лучах, открытых в 1923 г. советским ученым А. Г. Гурвичем.

Основной опыт был чрезвычайно прост. К боковой поверхности корешка лука перпендикулярно направили концом другой корешок. Корешки не касались друг друга. Когда через некоторое время подсчитали количество разделившихся клеток на стороне, обращенной ко второму корешку, то оказалось, что их гораздо больше, чем на противоположной. Кварцевое стекло между корешками не мешало проявиться этому эффекту, тогда как обыкновенное стекло препятствовало ему. Естественно, напрашивался вывод, что происходит слабое ультрафиолетовое излучение. Впоследствии удалось установить и длину волны лучей — она лежала в пределах 1900—2700 Å.

Открытие А. Г. Гурвича произвело очень большое впечатление на современников. Появилось много работ, в которых оно проверялось и совершенствовалась методика биологического обнаружения излучения. Выяснилось, что митогенетические лучи — так назвали их по эффекту стимуляции (митоз — клеточное деление) — излучают все живые ткани, кровь. Они сопровождают и нервное возбуждение.

⁵ Познакомиться подробно с данными по этому вопросу можно по книге: В. П. Казначеев, Л. П. Михайлова. Сверхслабые излучения в межклеточных взаимодействиях. — Новосибирск, 1981.

Было обнаружено интереснейшее явление — вторичное излучение, то есть ответ ткани в виде вспышки митогенетических лучей на облучение ими. Так получило объяснение распространение в глубь тканей этих быстро затухающих лучей. Источником излучения является процесс рекомбинации атомов или радикалов, высвобождающихся при биохимических реакциях в клетке.

К середине 30-х годов после первоначального увлечения интерес к митогенетическим лучам упал. Это объяснялось тем, что точными физическими методами обнаружить лучи не удавалось, да и опыты с биологическими детекторами далеко не всегда можно было повторить. Но после создания фотоумножителей было доказано, что А. Г. Гурвич был прав: и ультрафиолетовое излучение очень малой интенсивности (несколько десятков тысяч фотонов/см²) существует и является обязательным звеном в цепи процессов, приводящих клетку к делению.

Естественна поэтому гипотеза А. Г. Гурвича, развитая его дочерью А. А. Гурвич⁶, что процессы патологии клетки, в частности превращение ее в раковую, тесно связаны с изменением митогенетической активности, а в действии веществ, вызывающих опухоли, решающим является их излучение. Оказалось, что за несколько месяцев до появления опухоли у экспериментального животного гасится излучение крови.

В последние годы многие исследователи придерживаются точки зрения, что роль электромагнитных полей в процессе передачи информации и осуществлении процессов управления в живых системах весьма значительна.

Так, была высказана гипотеза, что управление процессом синтеза белковых тел происходит с помощью электромагнитных сигналов. Молекулы ДНК при этом рассматриваются как генераторы, РНК — как усилители, ферменты и аминокислоты — как исполнители приказов, закодированных в электромагнитных волнах.

Советский специалист в области электромагнитной биологии А. С. Пресман⁷ считает, что принципиально возможны три типа электромагнитных взаимосвязей в живом организме: управление периферией из центра, автономные взаимосвязи между клетками и микромолекулами (контролируе-

⁶ См.: Гурвич А. А. Проблема митогенетического излучения как аспект молекулярной биологии.— Л., 1968.

⁷ См.: Пресман А. С. Электромагнитные поля и живая природа.— М., 1968.

мые также из центра) и, наконец, «аварийная» сигнализация из центра различным исполнительным приборам по типу радиопередачи «всем, всем!», которая наблюдается при сильных эмоциях.

Изучение этого вопроса только начинается, и исследователя здесь ждет благодарное поле деятельности.

**Телепатия —
существует ли она?**

Остановимся теперь на так называемом мысленном влиянии — тем более, что ряд авторов связывает его с электромагнитными явлениями. В последние годы на страницах печати появился ряд публикаций, посвященных телепатии.

«Вам, конечно, случалось, любезный читатель, присутствовать при спорах о сущности души и ее зависимости от тела... К небу летят страшные столбы огня, лопаются, гаснут... и на душе остается лишь смутное воспоминание о светлых призраках. Такова обыкновенно судьба всех частных споров между дилетантами. Дело другого рода, если вкус к этой диалектической гимнастике распространяется в обществе. Там боец с некоторым авторитетом легко делается кумиром...» Так начинается знаменитая книга И. М. Сеченова «Рефлексы головного мозга».

Времена не те, споры не о том. Но если вместо слова «душа» поставить слово «телепатия», то высказывание Сеченова может быть легко переадресовано приверженцам телепатии. Одни претендуют на научную строгость; вы найдете в их статьях современные положения теории информации. Другие явно бьют на сенсационность.

Много писали о телепатических способностях В. Мессинга. Вот утверждения: «Он телепат. Он умеет читать мысли. Ваша мысль рождается в мозгу, как собственная».

Невольно вспоминаются работы Б. Б. Кажинского о биологической радиосвязи. Он писал: «Этот опыт послужил явным доказательством того, что у собаки в мозгу возникло представление о телефонной книге, сложившееся первоначально в мозгу экспериментатора. Иначе говоря, мысль человека передалась в мозг животного».

И это говорится в XX веке! Разумеется, такие утверждения не выдерживают критики: смешиваются понятия об идеальном и материальном, физиологическом и психологическом. Говорить, что «мысль передается» — в корне неправильно. Передается сигнал — нечто материальное (мы пока не говорим о природе этого «носителя»). Мысль не является «сгустком» материи. Давно известно, что сущность созна-

ния, мысли нельзя сводить к тем или иным физическим или физиологическим процессам.

В то же время мышление неотделимо от материи и мозга. Поэтому «отделять» мысль от мозга и «передавать» ее — значит возвратиться к взглядам вульгарных материалистов XIX века.

Остроумно заметил американский психиатр Дж. Фруст: сознание также нельзя сводить к физиологическим процессам, как нельзя сводить симфонию к физике звука, к акустике.

Те, кто считает, что телепатия существует, прибегают к приему, ставшему тривиальным: мол, много было в науке непонятных фактов (да есть и теперь) и от разгадки их человечество только выигрывает.

Как часто в истории науки требование ученых строгости доказательств вызывало громы и молнии! В старом научно-популярном журнале «Природа» (1904, № 8) была заметка, рассказывающая об открытии N-лучей, якобы испускаемых человеческим организмом.

Автор заметки сетует, что сделано переоткрытие — мол, для людей, знакомых с «медиумическими» явлениями, это известно уже десятки лет. Если бы, писал, автор, официальные представители науки отличались бы большей терпимостью и с меньшим высокомерием относились бы к тому, что не соответствует их предвзятым взглядам, то, безусловно, не было бы печальной необходимости переоткрывать заново то, что было открыто и всесторонне исследовано 80 лет тому назад.

Чем кончилась история с N-лучами — теперь известно: это был самообман или обман. Французская Академия наук, учредившая в честь открывателя N-лучей Р. Блондло золотую медаль, попала в неловкое положение, когда выдающийся американский физик Р. Вуд доказал несостоятельность этого «изобретения»⁸.

Не в такое ли положение рискуют попасть защитники «передачи мыслей»? Необходимо спокойное и объективное рассмотрение всех доводов сторонников телепатии. То, что делал В. Мессинг на эстраде, интересно, поучительно, если угодно — удивительно. Но объясняется это отнюдь не передачей мысли — «телепатемы», а так называемыми идеомоторными актами, незаметными движениями, своеобразной формой движения, сопровождающими задуманное задание.

⁸ Подробнее см.: Сибрук В. Роберт Вуд. — М., 1980.

Не будем касаться других «фактов», которые были сообщены на симпозиуме телепатов, происходившем в дни XVIII Международного психологического конгресса в Москве (1966). Речь, в частности, шла об управлении ходом распада радиоактивного элемента взором человека (!?).

В Институт кибернетики АН УССР на протяжении ряда лет обращались различные люди (разумеется, речь идет о тех случаях, когда мы имели дело с психически нормальными людьми). Попытались или предлагали продемонстрировать почти все, что изучает парапсихология: явления телепатии (передача мыслей на расстоянии), ясновидения (зрение и слух без применения органов чувств), проскопии (предвидение будущего). Не было, кажется, только предложения показать телекинез — умение «силой мысли» перемещать предметы в пространстве.

Но ни в одном случае, несмотря на то, что в экспериментах принимали участие представители разных профессий — врачи, физиологи, математики, инженеры, — сколько-нибудь убедительного подтверждения обещанного эффекта не было.

Единственное, о чем сегодня можно говорить с уверенностью, это то, что опыты по передаче графических изображений (так называемых карт Зенера) удаются: положительные результаты наблюдаются в 70—80% случаев. Считается, что эта цифра значительно превышает вероятность простого угадывания. «Наибольшую доказательную ценность, несомненно, имеют современные количественные методы установления внушения на расстоянии, допускающие подсчет степени вероятности получаемых результатов»⁹, — писал советский ученый Л. Л. Васильев.

Однако и это требует специального рассмотрения. Существует еще в математической статистике такое неприятное для телепатов обстоятельство, как доверительный интервал, — границы, в которых достаточно надежно можно получить определенную вероятность правильного ответа. Если с таким критерием подходить к оценке исследований в области телепатии, проведенных статистическим методом¹⁰, то окажется, что нижняя граница этого интервала в наиболее достоверных опытах телепатов соответствует вероятности случайного угадывания.

⁹ Васильев Л. Л. Внушение на расстоянии (заметки физиолога). — М., 1962.

¹⁰ См., например, обзор Манчарского С. (Зарубеж. радиоэлектроника, 1964, № 7); Васильева Л. Л. Экспериментальное исследование мысленного внушения (Л., 1962).

В обстоятельной книге американского исследователя Ч. Хэнзела «Парапсихология» (М., 1970) подробно проанализированы эксперименты парапсихологов. Ученый пришел к выводу: «Утверждать категорически, что результаты этих экспериментов объясняются обманом, нельзя, но нельзя и считать, что эти эксперименты отвечают целям, поставленным перед собой экспериментаторами, и что они дают окончательное доказательство ЭСВ¹¹».

В предисловии к английскому изданию этой книги Э. Боринг (Гарвардский университет) делает блестящий анализ опытов парапсихологов с точки зрения теории вероятностей и показывает всю несостоятельность выводов приверженцев телепатов.

В сборнике «Медицинский оккультизм. Парамедицина» (М., 1971) немецкие медики О. Прокоп, Ф. Гоффман и С. Шример в статье «Телепатия и ясновидение — научно признанные феномены?» дали обстоятельный анализ этих «феноменов». Они ссылаются на убедительные исследования зарубежных авторов, считающих, что благодаря обману (начиная с плоских трюков до сложнейших надувательств) и психологически утонченным махинациям вера в сверхъестественные явления находит себе приверженцев даже среди ученых. Авторы заключают: «Нам ничего не остается, как признать, что ясновидение и телепатия — фиктивные феномены, чуждые естествознанию»¹².

Но представим себе, что передача каких-то образов наблюдается.

Естественно, тогда встает вопрос о «носителе телепатемы». Что нервы и мышцы в момент возбуждения представляют собой своеобразные генераторы электрических волн, теперь, как мы видели выше, достоверный факт.

Однако уже расчеты В. А. Аркадьева показывают, что электромагнитное поле, создаваемое биотоками мозга, настолько маломощно, что едва ли проникает внутрь черепа. Не спасают и новейшие соображения, основанные на предположении, что телепатема передается сверхдлинными волнами (порядка 30 км).

Несомненно, что допущения, сделанные для того, чтобы показать возможность телепатической передачи информации

¹¹ ЭСВ — экстрасенсорное восприятие, т. е. восприятие без помощи органов чувств.

¹² Интересующимся этим вопросом стоит прочесть статью французского журналиста М. Рузе «Истинная история отца парапсихологии» (Наука и жизнь, 1981, № 6).

с помощью сверхдлинных волн, сомнительны. Например, предполагается: при мыслительных процессах возбуждаются группы нервных клеток из 10^5 — 10^6 нейронов. Благодаря корреляции между токами отдельных клеток общий, «эффективный» ток группы клеток должен быть большим, чем биопотенциал каждого нейрона, и поле биотоков мозга достигает величины, достаточной для «передачи мысли» на большие расстояния. Возможно, это и соответствует действительности.

Но какое это имеет отношение к передаче хотя бы образа (когда необходимо возбуждение части клеток в определенной последовательности) в соответствии с возбуждением ряда клеток, а не просто всей массы клеток индуктора? Должна быть точная «адресация» переноса возбуждения от одних клеток к другим. Суть не в мощности поля биотоков мозга, а в переносе образа. Короче,— суть не в энергетической, а в информационной стороне явления.

Сказанное можно проиллюстрировать. Представим себе, что на расстоянии нескольких десятков метров друг от друга расположены (скажем, на специальных решетках) пачки пакетов со взрывчаткой. Мы в определенной последовательности взрываем пакеты одной решетки и ждем, когда мощность волн детонации достигнет такой величины, когда будут взрываться пакеты второй решетки. Не исключено, что так и случится.

Но разве это означает, что пакеты второй решетки взорвутся именно в такой последовательности, как и первой? Нет, конечно! Значит, переводя на язык нейрофизиологии, мы можем получить диффузное возбуждение, но передачи образа не произойдет.

(Кстати, здесь приведено сравнительно примитивное представление о нейронных механизмах формирования образа. Как показал советский ученый В. Д. Глезер, в случае зрительного образа в мозгу происходят более сложные процессы.)

С другой стороны,— это понятно каждому — ЭЭГ и соответственно создаваемое биопотенциалами мозга поле не могут служить отражением конкретной мысли: это интегральное выражение активности миллиардов элементов мозга, и поэтому по записи биотоков мозга прочесть мысли человека нельзя¹³.

¹³ См. подробнее: *Глезер В. Д.* Механизмы опознания зрительных образов.— М., 1966; *Тюхтин В. С.* Отражение, системы, кибернетика.— М., 1972; *Дубровский Д. И.* Информация, сознание, мозг.— М., 1980.

Научный подход к исследованию телепатических явлений необходим хотя бы потому, что эта тема рассматривается вот уже около ста лет на псевдонаучном уровне. Если наличие телепатической связи будет доказано (что, по нашему мнению, невероятно) и мы продвинемся вперед по пути уяснения ее механизма, то будет сделан еще один существенный шаг в познании объективной действительности. При отрицательном решении поставленной задачи прекратятся поиски, отнимающие силы и средства, что, в свою очередь, тоже принесет немалую пользу.

В настоящее время в Советском Союзе усилился интерес к так называемым биополям. Термин «биополе» был выдвигнут еще А. Г. Гурвичем. В. П. Казначеев правильно отметил, что митогенетический эффект А. Г. Гурвича представляет собой частный эффект более общей закономерности передачи биологической информации с помощью электромагнитных полей (в том числе световыми квантами).

Однако следует подчеркнуть, что речь идет о взаимодействии, передаче информации внутри организма, между клетками. А. Г. Гурвич отмечал близость своей концепции к взглядам выдающегося советского ученого Э. С. Бауэра о сущности, специфике биологических систем как неравновесных молекулярных констелляций (ансамблей).

В. П. Казначеев и его сотрудники, исходя из анализа огромного экспериментального материала, пришли к выводу, что существует дистантное межклеточное электромагнитное взаимодействие между культурами тканей. Они отмечают, что «...функционирующая клетка является источником и посетителем сложного электромагнитного поля, структура которого, сама порождаемая биохимическими процессами, постоянно направляет и управляет всей метаболической деятельностью клетки. В таком понимании, с одной стороны, клетка — это сложный биохимический комплекс, с другой — электромагнитное поле, то есть клетка — это поле, порожденное обменом веществ, и обмен, порожденный полем».

Возникает закономерный вопрос: порождают ли клеточные поля поле, передающееся на большие расстояния? Можно ли это понятие биологического поля совместить с тем, которым оперируют сторонники телепатий? Получены дополнительные данные (об этом свидетельствуют, например, доклады на прошедшем в 1982 г. всесоюзном симпозиуме «Биологическое действие электромагнитных полей») о существовании биоэлектромагнитных полей человека на близком расстоянии. Эксперименты по бесконтактному съему биоинформации проводятся и в Институте кибернетики АН УССР.

К сожалению, все эти исследования ведутся разрозненными группами исследователей, порой некорректно ставящими эксперименты¹⁴.

Во всяком случае стоит последовать совету Д. И. Менделеева: «Эти явления не должны игнорировать, а следует точно рассматривать, то есть узнать, что в них принадлежит к области всем известных естественных явлений, что к вымыслам и галлюцинациям, что к числу постыдных обманов, и, наконец, не принадлежит ли что-либо к разряду ныне необъяснимых явлений, совершающихся по неизвестным еще законам природы».

¹⁴ Мы здесь специально не касаемся вопроса о реальности и роли так называемых биополей, их терапевтической ценности и т. д. Известный советский ученый В. М. Глушков высказал свою гипотезу об электромагнитной природе этого явления, прибавив, что она касается явлений, «которые имеют место в природе, а не являются плодом воображения» (Кибернетика, 1981, № 3).

Всеми своими дышащими порами наше тело всасывает электрическую материю как бы множеством жадно поглощающих ртов.

С. Бертолон

В БУРЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

**Магнитное поле
и мы**

Электромагнитные поля различной частоты и интенсивности оказывают существенное влияние на деятельность мозга и дают возможность управлять ею.

Это хорошо видно на примере влияния земного магнитного поля на человека.

Как говорят астрономы, люди живут в атмосфере Солнца. Наша Земля окружена поясом электронов и протонов, своеобразным продолжением солнечной короны. Земное магнитное поле, простирающееся, как выяснили с помощью искусственных спутников и космических ракет, на высоту до 100 тыс. км, нечто вроде своеобразной ловушки для потока заряженных частиц — корпускул. В верхнем слое атмосферы Земли — ионосфере действие этих частиц и космических лучей приводит к непрерывным изменениям. Большое значение для нижней части ионосферы имеет и рентгеновское излучение, идущее от Солнца.

Известно, что уровень солнечной активности претерпевает одиннадцатилетние циклические изменения — от максимума до минимума. Когда Солнце беспокойно, на Земле бушуют невидимые магнитные бури, вспыхивают полярные сияния, регистрируется проникающее излучение, изменяется электрическое поле Земли, происходят возмущения в атмосфере и Мировом океане. Об этом еще в 20-х годах писал выдающийся советский ученый А. Н. Чижевский.

По мнению специалистов, во время вспышки на Солнце выделяется энергия, равная иногда взрыву миллиона водородных бомб. Размеры катастроф, разыгрывающихся на Солнце, огромны! Солнечные пятна — колоссальные вихри, «солнцевороты» — могут занимать площадь до $15 \cdot 10^9$ км², а солнечные протуберанцы — выбросы раскаленной плазмы с поверхности светила — достигают сотен тысяч километров. И поскольку мы находимся на небольшом (по космическим масштабам) расстоянии от Солнца (свет от него приходит к нам всего за 8 мин), то каждое его «дыхание» вызывает сильный отклик на нашей планете. Изменение магнитного поля Земли наступает каждые 27 дней, совпадая с периодом вращения солнечных пятен.

Таким образом, для всей биосферы небезразличны «капризы» Солнца. Не говоря уже о зависимости от солнечной активности таких явлений, как циклоны и антициклоны, штормы, колебания уровня Мирового океана, уровень осадков, степень и распространение засух, мощность землетрясений и т. д., словом, всего того, что характеризует нашу внешнюю среду, от Солнца зависит и наша внутренняя среда ¹.

В. И. Вернадский — создатель учения о биосфере — писал еще в 20-х годах: «Древние интуиции великих религиозных созданий человечества о созданиях Земли, в частности и о людях, написаны значительно ближе к истине, чем думают все, которые видят в созданиях Земли лишь эфемерные создания слепых и случайных изменений земного вещества, земных сил. Земные существа являются созданием сложного космического процесса... Действительно, точными исследованиями было установлено, что во время повышенной активности земной звезды «подскакивает» смертность больных сердечно-сосудистыми заболеваниями, усиливаются боли у ревматиков и т. д.»

В 30-х годах французские ученые показали, что прохождение солнечных пятен через его центральный меридиан в 84% случаев совпадает по времени с инфарктами, инсультами и обострениями различных заболеваний. В Германии сопоставили даты 200 тыс. смертей от заболеваний мозга и нервной системы и магнитных возбуждений (геомагнитные возмущения следуют за основными солнечными возмущениями). Их анализ подтвердил, что в дни прохождения пя-

¹ См. подробнее: Дубров А. П. Геомагнитное поле и жизнь. — Л., 1974; Холодов Ю. А. Местный незримый океан. — М., 1978; Холодов Ю. А. Мозг в электромагнитных полях. — В кн.: Будущее науки. — М., 1980.

тен через центральный меридиан Солнца количество смертей достигает максимума. А. К. Подшибякин (Киев), ориентируясь на величину солнечной активности, смог точно предсказать рост числа случаев инфарктов миокарда в городе. Трудами украинского советского ученого Д. И. Панченко и его сотрудников создана оригинальная установка — биотрон, которая благодаря экранировке спасает больных от последствий возмущений в атмосфере.

Наукой накоплен немалый статистический материал. Можно привести такой пример. С 1 июля 1957 г. по 31 октября 1961 г. в восьми психиатрических госпиталях США лечилось 28 642 чел. Оказалось, что поступление этого контингента больных отчетливо увеличивалось именно в периоды магнитных возмущений².

Подобного рода явления получили название атмосферной патологии.

Исследования показали, что под влиянием солнечной деятельности значительно изменяются активность и токсичность ряда микроорганизмов, скорость свертывания крови, количество белых кровяных телец (в период возмущений эти изменения сходны с теми, которые наблюдаются при воздействии ионизирующего излучения), диастолическое давление крови. Итальянский химик Д. Пиккарди пришел к выводу, что химические реакции, в частности реакция осаждения солей висмута в коллоидном растворе, не только реагируют на «солнечную погоду», ее ритм, но и, по его мнению, зависят от скорости движения Земли в космическом пространстве.

Подмечена связь между ростом морских растений, размножением ряда живых организмов, миграцией рыб в море и вспышками на Солнце.

Полагают, что непосредственной причиной всех этих явлений является изменение магнитного и электрического полей, а также появление атмосфериков (электромагнитных полей, создаваемых атмосферными разрядами).

В самом деле, простыми опытами нетрудно доказать сильное влияние геоэлектрического и геомагнитного полей на живые организмы.

² При таких исследованиях необходимо соблюдать величайшую осторожность. Английские ученые, например, якобы установили, что в ясные дни рождаемость больше, чем в пасмурные, дождливые. Один скептик решил проверить эти выводы. Оказалось, они касались не самого дня рождения, а дней регистрации новорожденных. Подтвердилось только одно: люди не любят выходить из дома в плохую погоду.

Многие из читателей, наверное, испытали чувство вялости, сонливости, потери аппетита и работоспособности при продолжительном пребывании в автомобиле или самолете. Выяснилось, что металлическая обшивка кабины экранирует человека от окружающего электрического поля. Если искусственно увеличить напряженность поля до обычного земного уровня (500—800 В/м), то подвижность, тонус, работоспособность человека значительно возрастают. Инженеры уже сейчас думают над созданием специальных генераторов для кабин автомобилей и салонов самолетов.

Доказано, что в тех районах Курской магнитной аномалии, где напряженность геомагнитного поля в 2—3 раза превышает норму, нервно-психические заболевания и гипертония встречаются в 1,5 раза чаще, чем в районах с менее высокой напряженностью³.

В опытах, когда геомагнитное поле экранировалось, резко возрастала смертность подопытных животных; наличие или отсутствие искусственного электростатического поля напряженностью 1,2 В/см — подобного естественному магнитному полю Земли — влияет на скорость кладки яиц насекомыми.

Ученые давно интересуются влиянием магнитного поля на живые организмы, а сейчас все более активно изучают этот вопрос: ведь в условиях космического путешествия человек неизбежно столкнется с колоссальными по мощности и протяженности электромагнитными полями, потоками частиц и т. п.

Доказано также, что организмы реагируют интенсивно и на слабые поля. А. С. Пресман, обратив на это внимание, подчеркивает, что при воздействии полей необходимо особенно учитывать не только энергетическую сторону, но и информационные функции поля в живой природе. Это положение подтверждается многочисленными фактами⁴.

Американские биологи недавно провели интересный эксперимент: они выращивали крольчат в камере, которая изолировала животных от влияния земного магнитного поля. И что же? Животные росли слабыми, болезненными; на затылке и на спине появлялись большие залысины. А ведь земные магнитные поля по напряженности мизерны в сравнении с созданными человеком. Достаточно сказать, что, по

³ См.: Материалы Всесоюзного совещания по изучению влияния магнитных полей на биологические объекты.— М., 1969, с. 225.

⁴ См. подробнее: Реакции биологических систем на магнитные поля.— М., 1978; Холодов Ю. А., Шишло М. А. Электромагнитные поля в нейрофизиологии.— М., 1979.

данным зарубежной печати, каждая система радиолокационного контроля противоракетной обороны США, состоявшая на вооружении несколько лет назад, обладала энергией излучения до 4,5 мВт. Это — примерно мощность средней гидроэлектростанции.

Теперь много пишут о «биологических часах» — периодичности физиологических процессов, их зависимости от времени. «Часы» организма находятся в нем самом, однако немаловажную роль играет и внешняя среда. Когда начали изучать ее влияние, старались растения и животных помещать в стабильные условия температуры, влажности, давления, освещенности. Но растения и животные, находящиеся в баротермостате, как будто «чувствовали» время суток и скорость, и интенсивность обменных процессов продолжала соответствовать суточной периодичности. И лишь тогда, когда установили экраны, изолировавшие организмы от самых слабых электромагнитных полей, «биологические часы» сбились со своего хода.

Доказано, что лекарства могут действовать различно в зависимости от времени суток. Советские исследователи А. А. Леонов и В. И. Лебедев считают, что это, возможно, связано с пульсацией магнитного поля.

Недавно два молодых советских ученых И. и А. Сытины показали: замерзание воды в магнитном поле приводит к тому, что рисунок образующихся кристалликов льда точно следует магнитным силовым линиям. А ведь человек на 70% состоит из воды. Очень возможно, что влияние магнитного поля на воду, содержащуюся в живых организмах, объяснит многие феномены магнитобиологии.

Действительно, известно, что вода под влиянием магнитного поля изменяет свои физико-химические свойства, меняются ее электрические характеристики. «Омагниченная» вода оказывает ярко выраженное действие на вегетативные процессы у животных, рост растений.

Советский ученый Л. Е. Белоусова теоретически рассчитала, что магнитным полем можно остановить течение крови в организме. Для этого необходимо поле величиной $2 \cdot 10^6$ Э.

Установлен ряд фактов, доказывающих «магниточувствительность» нервной системы: поле действует на оборонительные и пищевые условные рефлексы у собак; тормозит условные реакции избегания у мышей; можно выработать на него условный рефлекс у кроликов; оно влияет на ЭЭГ человека, электрическую активность подкорковых структур кролика, снижает величину мембранного потенциала нейрона беспозвоночных.

При воздействии магнитного поля наблюдается возрастание двигательной активности птиц, рыб, мышей. Головные боли, боли в области сердца, повышенная утомляемость, бессоница и другие нарушения отмечаются у людей, которые в течение определенного времени (20—60% времени рабочего дня) подвергались воздействию поля. Действие переменного магнитного поля или включение и выключение постоянного дает ощущение вспышек света (фосфен). Зрительные галлюцинации, вызванные некоторыми алкалоидами, изменяются при поднесении постоянного магнита к затылку.

Можно предложить, что нервная система отдельных людей обладает очень большой чувствительностью к колебаниям поля Земли. Еще в середине века были известны удачные попытки поиска руд и подземных вод с помощью ивовой рогатки. Когда искатель проходил над рудным месторождением или подземным бассейном, рогатка в его руках наклонялась к земле.

По данным зарубежных ученых, для людей, пользующихся «чудесной» палочкой, порог восприятия поля в 500 раз ниже уровня напряженности земного поля.

Таким образом, магнитное поле воздействует на организм на различных уровнях — молекулярном, клеточном, системном. Отсюда понятно, что его с успехом можно использовать для лечения заболеваний. Как уже отмечалось, первые интуитивные попытки уходят в древность: магнитом пользовались и Гален, и Авиценна, и Парацельс. Французская Академия наук уже в прошлом веке объяснила целебное действие магнита «непосредственным прямым действием магнитной силы на нервы». Магнит использовали и такие ученые-медики, как С. П. Боткин и Ж. Шарко.

Есть сообщения о благотворном влиянии магнитного поля при раковых заболеваниях, лучевой болезни, кожных и внутренних болезнях.

Наиболее фундаментальные исследования в этой области принадлежат советскому ученому Ю. А. Холодову, проводившему свои исследования на кафедре физиологии высшей нервной деятельности МГУ под руководством Л. Г. Ворнина.

Ученый изучал влияние магнитного поля (сравнивая его с действием других физических факторов — УВЧ и СВЧ, электростатического поля) на различных животных, применяя самые различные методики: регистрацию ЭЭГ, перерезку мозга, изоляцию кусочка коры мозга, условнорефлектор-

ный метод, изменение чувствительности к току, фиксирование двигательной активности и, наконец, изменение строения элементов головного мозга (гистологическую картину).

Магнитное поле оказалось по словам Ю. А. Холодова, странным раздражителем. Вот что свидетельствовало в пользу справедливости этого определения.

Ученому удалось выработать условный рефлекс у рыб на магнитное поле величиной в 100 Э. Рефлекс выработался с трудом, после 80 сочетаний. Ученый уменьшил поле в 10 раз — рефлекс пропал, увеличил в 100 раз — дело не пошло лучше.

Как будто все доказательства палицо: магнитное поле — сравнительно слабый раздражитель.

Но у рыб, у которых ранее был выработан рефлекс на звонок, влияние магнита «нейтрализует» действие звонка.

Условного рефлекса на магнит у голубей также выработать не удалось. Но влияние его «глушило» другие условные рефлексy.

Выходит, магнитное поле — сильный раздражитель?

Выяснились и другие интересные вещи. Условные рефлексy на свет и магнит оказались «взаимозаменяемыми» — если выработан рефлекс на свет, то магнитный появляется «сам собой», и наоборот. Любопытно, что безглазые от природы рыбы реагировали и на магнит и на свет! Убедительными опытами Ю. А. Холодов доказал, что магнитное поле воспринимается у рыб промежуточным мозгом.

Автор этих строк более 20 лет назад смог также убедиться в глубоком влиянии магнитного поля на мозг человека. Мы подвергли себя и своих сотрудников-добровольцев влиянию поля постоянного электромагнита с напряженностью 7000 Гс. Воздействие продолжалось 15 мин. До и после опыта измерялся порог болевой чувствительности на руке (раздражение электрическим током). Совершенно достоверным оказалось повышение порога в 1,5 раза.

Наша идея об усилении влияния электрического тока на мозг путем синхронного воздействия его и электромагнитного поля находит новых приверженцев.

Особый интерес вызывает противоопухолевое действие магнита.

Сотрудник нью-йоркского Института биомагнетизма Маклин, указывая на то, что за последние 2,5 тыс. лет магнитное поле Земли уменьшилось на 60%, связывает рост раковых заболеваний с этим обстоятельством. Он, опираясь на документальный материал, доказывает эффективность применения сильного поля при лечении рака (а также и других

болезней — артрита, язвы желудка, расстройства менструального цикла, амфиземы, воспаления).

Было предложено использовать сильное поле постоянно-го магнита для разрыва мембраны ядра раковой клетки, прочность которой, видимо, меньше, чем у нормальной.

Ряд советских ученых (М. А. Уколов, М. Д. Абдулаев, М. И. Чаплик) показали, что можно добиться рассасывания искусственно вызванных опухолей у животных⁵. Вопрос этот подлежит тщательному изучению.

Обратимся теперь к биологическому действию электромагнитных волн различного диапазона. Итальянский анатом и физиолог XVII в. Л. Гальвани был первым, кто показал возможность «действия электричества на расстоянии». Фундаментальные исследования биологического действия длинных радиоволн принадлежат нашему соотечественнику В. Я. Данилевскому. В начале XX в. он опубликовал классическую работу «Исследования над физиологическим действием электричества на расстоянии».

Однако раздражающее действие низкочастотных полей и волн, иногда даже на больших расстояниях, столь ярко проявляющееся на изолированных органах, отсутствует при облучении целостного организма из-за наличия побочных дуг (понятие, означающее ткани, лимфу, кровь вокруг нервов), отводящих значительную часть наведенного тока.

Но оказалось, что все-таки можно выработать рефлекс на это воздействие. Советский ученый Ф. П. Петров в 50-х годах сообщил, что у человека вырабатывается неустойчивый оборонительный рефлекс на низкочастотное электромагнитное поле.

В последнее время было обнаружено, что низкочастотное поле (100 Гц) благотворно влияет на процесс движения у мышц, находящихся в лабиринте. Появились серьезные работы по биологическому влиянию низкочастотного импульсного поля⁶.

Значительно превосходят длинноволновой диапазон по разнообразию своего действия ультракороткие волны — УКВ (длина волны от 100 м до 1 м) и сверхвысокочастотные — СВЧ (длина волны от 1 м до 0,1 мм).

⁵ Корсунский А. Магнит лечит рак? — Техника молодежи, 1979, № 2.

⁶ См.: Ештушенко Г. И. и др. Влияние импульсного электромагнитного поля низкой частоты на организм. — Киев, 1968; Аристархов В. М., Тищенко В. П., Пирузян Л. А. Биологическое действие слабого низкочастотного импульсного электромагнитного поля. — Изв. АН СССР. Сер. биол., 1984, № 1.

Биологическое действие полей высокой частоты было обнаружено в конце прошлого столетия знаменитыми учеными Ж. А. Д'Арсонвалем (в честь которого и названа известная физиотерапевтическая процедура) и Н. Тесла. У животных, помещенных в соленоид, по которому шел ток высокой частоты, наблюдались изменение дыхания, снижение кровяного давления и т. д.

Однако почти в самом начале интенсивного изучения биодействия УВЧ было доказано, что при олиготермических дозировках (то есть при минимальном тепловом эффекте и нетепловых дозировках) наблюдается так называемое специфическое действие радиоволн. Не говоря уже о том, что ряд неприятных явлений, возникающих у обслуживающего персонала радиостанции или у лиц, связанных с наладкой генераторов УВЧ, и выражавшиеся в нарушениях нервно-мышечной деятельности, нельзя было однозначно связать с тепловым эффектом, эксперименты на животных доказали совершенно очевидным образом, что специфический эффект существует⁷.

Уже в 30-х годах установлено: облучение сердца лягушки вызывает изменение ритма сокращений, противоположное реакции на воздействие теплом. Появились сообщения о том, что действие малых доз на лобные доли мозга человека приводит к изменению движений конечностей, а у птиц и земноводных — к выключению функций отдельных участков нервной системы.

Советский ученый С. Я. Турлыгин направлял на голову человека пучки сантиметровых волн. Плотность энергии в пересчете на люксы равнялась всего 5—6 единицам. Пользуясь методом зрительной адаптометрии, он нашел, что электрическая чувствительность глаз увеличивается на 100%. А во многих опытах исследователь наблюдал у испытуемых дремотное состояние.

В послевоенные годы развитие радиолокационной техники привело к углубленному улучшению действия УВЧ и особенно СВЧ на живые организмы. Исследования проводились с простейшими и высокоорганизованными организмами.

⁷ В настоящее время благодаря определению предельно допустимых доз УВЧ и СВЧ, введению профилактических мер и средств защиты, исследованиям по профессиональной вредности возможность вредного влияния на специалистов, обслуживающих радиолокационные станции или другие источники излучения, практически не существует (см.: Себрант Ю. В., Троянский М. П. Радиоволны и живой организм. — М., 1969).

При частотах 5—40 мГц замечена ориентировка или направленное движение относительно силовых линий поля амёб, бактерий, парамеций.

Установлено, что муравьи в сантиметровом диапазоне теряют способность к обмену информацией, нарушается их координированная деятельность.

Обнаружена очень тонкая избирательность живой протоплазмы: определенные растения и животные реагировали только на определенные частоты. Одноклеточные — эвглены — плывут с востока на запад, если электромагнитное поле имеет частоту 6 мГц, а с севера на юг при 15 мГц. Мутации в клетках человека происходят только при воздействии колебаний 27 мГц.

Американские ученые установили, что у бактерий, спор растений, насекомых под воздействием электромагнитного поля происходят мутации, подобные тем, которые наблюдаются при проникающей радиации.

Число подобных примеров можно умножить.

Особенно интересными были опыты на высших животных. Под влиянием полей СВЧ изменялась условнорефлекторная деятельность, в ЭЭГ появлялись медленные высокоамплитурные волны, удлинялся скрытый период рефлексов, усиливался процесс торможения. В экспериментах выяснилась интересная закономерность — изменение интенсивности воздействия вело к фазным изменениям условнорефлекторной деятельности: 100—200 мВт/см² вызывает угнетение ее; 5—10 мВт/см² — усиление и 0,2—2 мВт/см² — снова угнетение. Оказалось также, что включение поля УВЧ может стать условным сигналом при раздражении рыб электрическим током.

Ю. А. Холодов экспериментально получил доказательства существования непосредственной реакции головного мозга на поле СВЧ и УВЧ. Ученый хирургическим путем отделял высшие отделы головного мозга от нижележащих, а в другой серии опытов — участок коры от связей с другими. Воздействие полей на эти образования отчетливо изменяло их электрическую активность, причем изолированные участки мозга реагировали на это значительно быстрее, чем мозг, находящийся в обычных условиях существования. Электрофизиологические исследования позволили Ю. А. Холодову обнаружить сходство в физиологическом действии постоянного магнитного поля, полей УВЧ и СВЧ и ионизирующей радиации. Физиологическую основу этого феномена ученый видит в том, что различные участки спектра электромагнитных колебаний непосредственно влияют на центральную

нервную систему, причем сильнее всего на кору мозга и промежуточный мозг. У существ с неразвитой корой, рыб наиболее чувствительным является промежуточный мозг (гипоталамус).

Разумеется, специфическое действие этого диапазона радиоволн осуществляется только благодаря влиянию на нервную систему. Путем опосредованного (через нервную систему) и непосредственного действия на системы организма поле может влиять на деятельность сердца и сосудов, желез внутренней секреции, изменять обмен веществ.

Созданный медиками Грузии генератор УВЧ «Радма» микромалой мощности (0,001—1 В) благоприятно действует при насморках, ангинах, трахеитах, профессиональных травмах у спортсменов. Несомненно, что о тепловом эффекте при таких мощностях говорить трудно (правда, не исключено, что может оказывать влияние локальный «микротепловой» эффект, то есть слабый нагрев тканей внутри организма на ограниченных площадях).

Наглядным примером специфического действия могут служить опыты, проведенные в Национальном институте здоровья США более 10 лет тому назад, направленные на создание «лучей смерти».

Обезьян-резусов помещали в соленоид — объемный резонатор. Над головой животного находилась антенна передатчика радиолокационной станции, работающего на частоте 225—339 мГц с мощностью 100 В. Проходило несколько секунд после включения генератора, и разворачивалась такая картина. Сначала обезьяна дремала, а затем начиналось лихорадочное возбуждение. Нарушалось дыхание, обильно текла слюна. Судороги сотрясали тело животного. Последняя судорога, — и смерть через 5 мин после начала опыта.

Вскрытие показало, что каких-либо структурных изменений в мозгу не было, и если прекращать вовремя облучение (хотя бы тогда, когда обезьяна, кажется, вот-вот погибнет), то она быстро приходила в себя и ничто не позволяло судить о том, что животное было на грани смерти.

Сейчас еще трудно высказать аргументированную гипотезу специфического воздействия электромагнитных волн ультракоротковолнового и микроволнового диапазонов.

Возможно, в результате резонансного поглощения энергии поля изменяется структура молекул в клетках организма. Очень вероятно, что электромагнитные поля могут влиять на подвижность ионов, осуществляющих возбуждение нейрона, а может быть, оболочки клеток (мембраны) работают как детекторы, выпрямляя ток, возникающий при

воздействии полем, и тем самым определяют ход процессов возбуждения этих «кирпичиков» нервной ткани.

Опыты американцев с «лучами смерти» подтверждают некоторые из этих предположений. Любопытно, что когда голова обезьяны была запрокинута вверх, то через несколько минут развивался судорожный припадок, неизбежно приводивший к смерти. Но если наш «младший брат» сидел, опустив голову, то наступали только возбуждение и сонливость. Значит, очень большое значение имеет «точка приложения» поля в центральной нервной системе.

Надо сказать, что это обстоятельство хорошо перекликается с результатами экспериментов по контактному воздействию электрического тока на мозг. Известно, что, изменяя параметры тока, можно получить при воздействии на одну и ту же «точку» мозга разнообразные поведенческие реакции: возбуждение, сон, ярость и т. д.

Эксперименты, проведенные в лаборатории автора этих строк, показали, что, вероятно, для каждой структуры мозга можно найти «специфическую» частоту, наиболее адекватные для нее параметры раздражителя, необходимые для получения максимума тока или иного эффекта.

Нечто подобное наблюдается и при воздействии определенных участков спектра электромагнитных колебаний. В зарубежной печати сообщалось, что при воздействии колебаний 380—500 мГц мощностью 1 мВт (длина волны до 0,6 м) у подопытных добровольцев (у каждого при определенной частоте) появлялись такие ощущения: «звон в ушах», «пульсация в голове» и ...«желание укунить экспериментатора».

На наш взгляд, выражением специфического действия радиоволн является феномен появления звуковых и осязательных ощущений у людей. Ученые имели в своем распоряжении отдельные наблюдения над людьми, которых преследовали какие-то голоса, шумы. Это относили (в большинстве случаев, очевидно, правильно) к проявлению нервно-психических расстройств. Но иногда отмечались весьма загадочные вещи: стоило изменить в квартире расположение электрической сети и водопровода, как эти явления исчезали. Потом заметили, что подобные случаи наблюдаются, когда люди живут вблизи радиостанций. Стали проводить специальные эксперименты. Выяснилось, что при модуляции поля СВЧ люди действительно слышат различные звуки — свист, шелкание, жужжание. Звук пропадал при экранировании височных областей. Исследования показали, что человек способен воспринимать слабые импульсные элект-

ромагнитные поля частотой $2 \cdot 10^8$ — $3 \cdot 10^9$ Гц при интенсивности даже $0,4$ мВт/см².

Оставим бредни о лучевом оружии человеконенавистникам и вспомним о том, что УКВ и СВЧ могут быть другом человека, помощником врача.

УКВ, а в последние годы микроволны стали широко применять при лечении воспаления суставов, заболеваний мышечного аппарата, радикулита, болезней желудка, мочевого и желчного пузыря, острых травм, фурункулов и карбункулов. Микроволны с успехом можно использовать при лечении ряда гинекологических заболеваний и в послеоперационном периоде при инфильтратах, некоторых заболеваниях глаз, уха, горла и носа, зубов. В основном здесь используется тепловое действие УКВ и СВЧ диапазонов.

Перспективы лечебного действия не ограничиваются, конечно, тепловым воздействием. Вероятно, еще большее значение в будущем будет иметь использование специфического эффекта УКВ и СВЧ. Большую будущность имеют импульсные и модулированные поля.

Так, для лечения гипертонической болезни, неврозов и других заболеваний начали применять импульсное поле УВЧ. Им воздействуют в течение нескольких микросекунд, затем наступает пауза, по продолжительности в 1000 раз длиннее импульса. В результате на организм больного падают мощные импульсы (до 15 кВт), вызывая в центральной нервной системе запредельное торможение. Тепловое воздействие (из-за длительной паузы) ничтожно. (Надо заметить, что, по последним взглядам, считается: чем больше скважность — отношение продолжительности импульса к паузе — тем более усиливается осцилляторное, специфическое действие.)

Ободренные этими результатами, мы в 1956 г. попробовали вызывать сон у людей, воздействуя прерывистым полем УВЧ. Этот метод условно назвали радиосном.

Из экспериментов, проведенных еще до Великой Отечественной войны, было известно, что модуляция слабого поля СВЧ раздражающе действует на нервно-мышечный препарат. В 50-х годах мы смогли установить, что высокочастотный ток, обычно вызывающий только нагревание тканей, при глубокой амплитудной модуляции или прерывании его вызывал уже не тепловой, а наркотизирующий эффект. Образно выражаясь, при радиосне высокая частота должна была «на своих плечах» пронести в мозг низкую и вызвать там тормозной процесс.

Исследования на животных и на себе показали безвредность процедуры. И вот тогда совместно с врачом Л. Г. Жуковской этот метод применили для лечения молодой женщины, зоотехника, которая страдала бессонницей. Ей не помогали значительные дозы снотворного.

Расположив электроды на расстоянии 5 см от висков больной, мы создали между ними прерывающееся несколько десятков раз в секунду УВЧ-поле. Через 5 мин больная заснула, аппарат был выключен через 15 мин, но она продолжала спать еще несколько часов.

Эти же результаты можно было наблюдать и на других больных. Положительной стороной радиосна явилась упрощенная по сравнению с электросном методика процедуры.

Идею радиосна подхватили заведующий кафедрой физики Кишиневского медицинского института А. С. Путилин, врач-невропатолог Л. Я. Рабичев и инженер Л. П. Керницкий. В 1958 г. они создали аппарат «Лида» (лечебный импульсный дистанционный аппарат). Теперь он значительно усовершенствован группой исследователей и называется «Рабис».

В основу способа воздействия аппаратом положено формирование комплекса физических сигналов (импульсов), на основе чего происходит укрепление основных биологических процессов ЦНС — торможения и возбуждения.

Ритмостимуляция — своего рода инструмент тренировки, укрепляющий высшую нервную деятельность и устраняющий очаги, поддерживающие нервно-эмоциональное возбуждение.

Аппарат можно использовать в любых условиях: на производстве (в изолированном помещении, имеющем кушетку), в лечебном профилактории и учебном кабинете, на дому. Необходимы лишь тишина и затемнение в том помещении, где будут проводиться сеансы. Все сеансы (на курс 12—20 процедур) рекомендуется начинать в одно и то же время. Для проведения процедуры необходимы ритмостимулятор и магнитофон.

Идут тщательные гигиенические исследования по установлению предельно допустимых уровней электромагнитной энергии в окружающей среде, в частности, этим занимаются в киевском НИИ общей и коммунальной гигиены.

Совсем недавно состоялся всесоюзный симпозиум «Биологическое действие электромагнитных полей». На нем обсуждались вопросы биологического действия электромагнитного излучения радиочастотного диапазона. На симпозиуме были представлены материалы по обнаружению влияния ра-

диоволн (включая миллиметровый диапазон) на ионные каналы искусственных и естественных мембран. Гигиено-медицинский аспект этой проблемы представлен исследованиями, проведенными на биологических системах различной сложности (от молекулярно-биохимических до организменного).

Ученые (Н. Д. Девятков, М. Б. Голант, Г. Б. Реброва) пришли к выводу, что механизм непосредственного воздействия волн миллиметрового диапазона связан с синхронизацией присущих организму колебательных систем (осцилляторов).

О. А. Крылов с сотрудниками показал, что, изменяя локализацию и интенсивность воздействия дециметровых волн на организм, можно направленно воздействовать на соматические и вегетативные реакции организма.

Но сколько осталось еще неясных вопросов — как в плане теоретическом, так и в прикладном: можно ли переносить данные, полученные на животных, на человека; обратимы ли изменения, возникающие при облучении и т. д.

Впереди — большая работа.

Поразительные успехи молекулярной биологии и кибернетики постепенно приведут к коренному изменению биологических характеристик разумных существ путем целесообразного синтеза «естественных» и «искусственных» организмов и их частей... Разумные существа будущего в значительной, если не в большей, части могут состоять из искусственных элементов.

И. С. Шкловский

БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Несомненно, что эффективное управление мозгом можно достичь путем своеобразного симбиоза, «сотрудничества» живых систем и технических устройств. Этим должна заняться бионика, точнее, ее ветвь — нейробионика.

**Что такое
бионика**

Бионика формально существует с 1959 г., когда в Дайтоне (США) майором ВВС США Дж. Стилом был провозглашен лозунг: «Живые прототипы — ключ к новой технике».

В настоящее время существует обширная литература по бионике¹ и не менее обширен список определений предмета бионики.

Обычно большинство определений сводится к тому, что бионика — это наука о системах, функции которых копируют живые системы, их специфические характеристики или же прямо являются аналогами естественных образований.

Известный советский физик П. Л. Капица по поводу «молодости» бионики остроумно заметил: «Это неверно, ведь

¹ Можно рекомендовать читателям такие издания: *Богданова К. М., Яновский К. А.* Бионика и радиоэлектроника. — М., 1975; *Бионика* / Под ред. Л. В. Решодько. — Киев, 1977.

еще господь бог занимался бионикой, создавая людей по образу и подобию своему».

Если обратиться к истории культуры и истории науки, то мы увидим многочисленные примеры бионического подхода к решению технических вопросов. Тут и миф об Икаре, и летательные аппараты Леонардо да Винчи, попытки создания аппаратов с машущими крыльями. «Провозвестником» методов биоуправления, то есть управления механизмами с помощью биосигналов, можно считать Гомера, который в «Одиссее» описывал управление морскими судами мысленными приказами кормчих. (Кстати, в наши дни руководство ВМФ США заключило контракт с одной из американских фирм на разработку методов управления оружием с помощью «думания» о необходимых действиях.)

Однако если обратиться к анализу современного становления бионики, то следует признать, что оно является следствием естественного развития научного познания. Речь идет, прежде всего, о подтверждении предвидения Ф. Энгельса, что в пограничных областях наук, в местах их соприкосновения, *«надо ожидать наибольших результатов»*². Это хорошо понял создатель кибернетики Н. Винер, который писал, что «...пограничные области науки открывают перед надлежаще подготовленным исследователем богатейшие возможности»³. Появление кибернетики — блестящий этому пример. Наконец, всевозрастающий интерес к биологии, распространенное мнение о том, что будущий век — век биологии, также способствовал подготовке почвы для появления бионики. Представление о мозге как моделирующей установке, мысли о «машинности» мозга (И. М. Сеченов), существовавшие уже в начале века, естественно давали повод к размышлениям о создании подобных технических систем.

Возьмем такой пример. Проблема управления различными объектами, надежность этого управления, помимо чисто технологической надежности оборудования, — задача первостепенной важности в эпоху НТР. Стоит задуматься только над внешне простым явлением — поддержание определенной позы нашего тела. В этом процессе участвуют сотни мышц, огромное количество сигналов циркулирует по прямым и обратным связям нервной системы, «работают» различные иерархические системы организма, но как обуславливается их взаимодействие, до сих пор неизвестно.

² Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 20, с. 607.

³ Винер Н. Кибернетика или управление и связь в живом и машине. — М., 1968, с. 45.

еще господь бог занимался бионикой, создавая людей по образу и подобию своему».

Если обратиться к истории культуры и истории науки, то мы увидим многочисленные примеры бионического подхода к решению технических вопросов. Тут и миф об Икаре, и летательные аппараты Леонардо да Винчи, попытки создания аппаратов с машущими крыльями. «Провозвестником» методов биоуправления, то есть управления механизмами с помощью биосигналов, можно считать Гомера, который в «Одиссее» описывал управление морскими судами мысленными приказами кормчих. (Кстати, в наши дни руководство ВМФ США заключило контракт с одной из американских фирм на разработку методов управления оружием с помощью «думания» о необходимых действиях.)

Однако если обратиться к анализу современного становления бионики, то следует признать, что оно является следствием естественного развития научного познания. Речь идет, прежде всего, о подтверждении предвидения Ф. Энгельса, что в пограничных областях наук, в местах их соприкосновения, *«надо ожидать наибольших результатов»*². Это хорошо понял создатель кибернетики Н. Винер, который писал, что «...пограничные области науки открывают перед надлежаще подготовленным исследователем богатейшие возможности»³. Появление кибернетики — блестящий этому пример. Наконец, всевозрастающий интерес к биологии, распространенное мнение о том, что будущий век — век биологии, также способствовал подготовке почвы для появления бионики. Представление о мозге как моделирующей установке, мысли о «машинности» мозга (И. М. Сеченов), существовавшие уже в начале века, естественно давали повод к размышлениям о создании подобных технических систем.

Возьмем такой пример. Проблема управления различными объектами, надежность этого управления, помимо чисто технологической надежности оборудования, — задача первоочередной важности в эпоху НТР. Стоит задуматься только над внешне простым явлением — поддержание определенной позы нашего тела. В этом процессе участвуют сотни мышц, огромное количество сигналов циркулирует по прямым и обратным связям нервной системы, «работают» различные иерархические системы организма, но как обусловливается их взаимодействие, до сих пор неизвестно.

² Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 20, с. 607.

³ Винер Н. Кибернетика или управление и связь в живом и машине. — М., 1968, с. 45.

Между тем знание этих процессов могло бы иметь такое практическое значение ⁴:

- синтез систем автоматического управления сложными технологическими процессами с высокой статической и динамической точностью и большой надежностью;
- рациональное управление движениями роботами;
- совершенное управление протезами конечностей;
- создание моделей биологических систем управления для диагностики и лечения опорно-двигательного аппарата.

Из сказанного можно сделать вывод, что бионика — это область знания, в основе которой лежит изучение и моделирование триады: энергетических, материально-структурных и информационных затрат живых организмов для обеспечения целенаправленного поведения. По мнению автора этих строк, бионике можно определить как науку, занимающуюся моделированием (как в техническом, так и математическом плане) процессов отражения окружающего мира в живых организмах.

Такое определение вытекает из ленинского положения об отражении как свойства, присущего всей материи.

По существу, бионика занимается кроме копирования живой природы (например, создания самозатачивающихся резцов) созданием моделей окружающего мира, которые адекватны имеющимся в живых организмах. Отнюдь не парадоксально звучат слова известного советского математика Д. А. Пospelова: «Пора, давно пора отказаться от трактовки человеческих решений как движений по лабиринту. Мол, открывается множество различных коридоров — возможностей, а человек блуждает по ним в поисках выхода. Так не поступает даже кольчатый червь, не то что человек. И у червя имеется, пусть примитивная, но модель окружающего мира».

В последние годы в кибернетике и бионике намечается определенная специализация направлений. Следствием этого явилось выделение нейрокибернетики и нейробионики.

Нейробионика

Нейробионика — наиболее перспективный отдел бионики, ставящий своей целью изучение и моделирование деятельности нервной системы человека и животных для выработки рекомендаций по созданию новой техники, кибернетических систем, средств вычислительной техники и управлению нервной системой.

⁴ См.: Фицнер Л. Н. Биологические поисковые системы. — М., 1977.

Развитие бионических систем

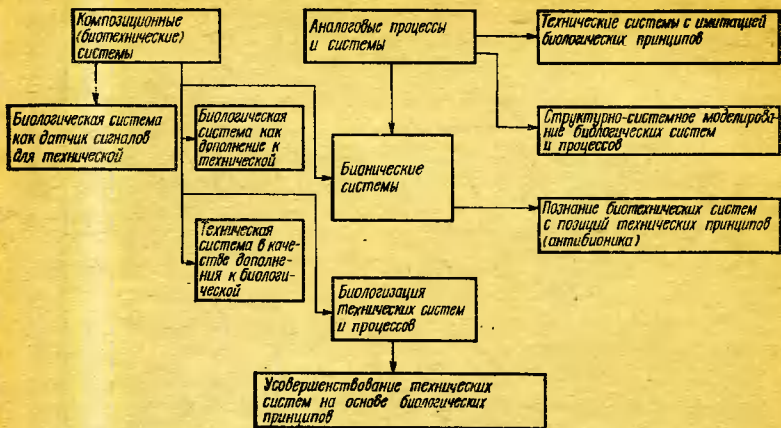


Рис. 25. Классификация бионических систем.

Можно предложить такую классификацию бионических систем (рис. 25).

Как и в бионике, здесь следует различать биологический и технический аспекты проблемы.

К первому относится исследование свойств как отдельных нейронов, так и их объединений — ансамблей; изучение взаимодействия отдельных частей мозга при формировании поведения и сохранения нервно-психического гомеостаза. Эти работы служат базой для моделирования отдельных функций мозга, например памяти, эмоций, распознавания образов, образования понятий, принятия решений и т. д. Здесь могут широко использоваться методы эвристического программирования и концептуального моделирования.

Переходной областью ко второму направлению служат исследования процессов авторегуляции мозга с помощью технических систем (здесь возможны изыскания на различных уровнях, начиная с клеточного и кончая взаимодействием «человек — машина»); формализация элементов интеллектуальной деятельности, и наконец, изучение взаимодействия мозга и технических средств, изменяющих функциональное состояние первой системы и влияющих на процессы переработки информации в ней.

Непосредственно ко второму направлению относятся соответствующие практические «выходы» предыдущего раздела: создание математических и физических моделей нейронов и нейронных сетей (о них шла речь в первых разделах),

предназначенных для решения самых различных прикладных проблем (процессы управления технологическими процессами, распознавание образов и т. д.); биопреуправление и биостимуляция (в нашем случае имеется, прежде всего, в виду нервная система в целом и головной мозг человека и животных в частности); создание композиционных систем «нервная система — техническое устройство», разработка роботов различных уровней и, наконец, проблема «искусственного интеллекта».

Таким образом, следует согласиться с мнением советского ученого В. М. Ахутина, что определение предмета бионики как науки требует упоминания о биотехнических системах, а именно: «предметом бионики является исследование структуры и функционирования биологических объектов различной сложности и их популяций с целью создания новых более совершенных технических устройств и синтеза биотехнических комплексов, оптимально использующие свойства биологических и технических элементов, объединенных в единую функциональную систему целенаправленного поведения»⁵.

Наступает время, предвиденное А. Толстым в «Гиперболеиде инженера Гарина»: «Когда-нибудь наука найдет формулы окисления мозговой коры, измерит вольтаж, возникающий между извилинами мозга, и творческое состояние в виде кривых, графиков и химических формул будет изучаться студентами медицинского института».

Человек и машина

В связи с этим следует остановиться на вопросе осуществления систем «человек — машина», тесно примыкающему к проблеме создания нейроэлектронных систем.

Эта проблема освещена в ряде крупных трудов⁶. Поэтому мы остановимся только на некоторых принципиальных вопросах.

Разработка и использование систем «человек — машина» на данном этапе НТР особенно важна, так как концепция полной автоматизации переработки информации, возникшая на заре развития кибернетики и вычислительной техники, не выдержала испытания временем прежде всего в связи

⁵ Бионические аспекты синтеза биотехнических систем. Инф. материалы: кибернетика, 4(92).— М., 1976, с. 7.

⁶ См.: Ломов Б. Ф. Человек и техника.— М., 1966; Штейнбух К. Человек и автомат.— М., 1966; Введение в эргономику.— М., 1974; Инженерная психология.— Киев, 1976; Психофизиология оператора в системах человек — машина.— Киев, 1980.

Таблица 2. Сравнение характеристик автомата и человека

| Параметры | ЦВМ с программным управлением | ЦНС человека |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <i>Переключательные элементы</i> | Диоды, транзисторы, ферритовые сердечники и другие элементы | |
| Вид | | Нейроны |
| Количество | У отдельных ЦВМ— | $1,5 \cdot 10^{10}$ |
| Размеры | до $10^4, 10^{-2} \dots 10^{-1}$ см ³ | $10^{-3} \dots 10^{-5}$ см ³ |
| <i>Память</i> | | |
| Принцип функционирования | Как правило, гистерезис ферромагнитных материалов | Изменение в сигналах (?) $10^9 \dots 10^{13}$ бит |
| Емкость | $10^5 \dots 10^8$ бит | $10^{-2} \dots 10^{+1}$ с |
| Время обращения | $10^{-8} \dots 10^{-2}$ с | |
| <i>Ввод и вывод информации</i> | | |
| Вид устройств | Печатающие устройства, перфораторы и т. д. | Около 10^8 рецепторов, мышцы, железы |
| Количество информации, выдаваемой и воспринимаемой в единицу времени | $10^2 \dots 10^6$ бит/с | Неосознанно: 10^9 бит/с; осознанно: макс. 10^2 бит/с |

с задачами творческого характера. Полная автоматизация — это еще очень отдаленный этап для осуществления сложных систем переработки информации. Сейчас важно использовать человеко-машинные системы для усиления умственных способностей человека, обеспечить такое взаимодействие человека с машиной, когда, как отмечал В. М. Глушков, каждая сторона «получает простор для лучших своих возможностей».

К. Штейнбух (1967) предлагает сравнительную таблицу характеристик мозга и ЭВМ (см. табл. 2).

Можно присоединиться к мнению ряда советских специалистов (Г. С. и Д. А. Пospelовы), что взаимодействие человека с ЭВМ является одним из глобальных направлений работ по искусственному интеллекту. Здесь важно подчеркнуть методологическую сторону вопроса. Взаимодействие между человеком и машиной может описываться на разном уровне: взаимодействие двух автоматов посредством циркуляции информации между ними или как деятельность человека, вооруженного новыми средствами переработки ин-

формации. Они — эти новые орудия труда — являются как бы «продолжением» мозга человека.

При этом встает задача согласования функциональных возможностей человека и машины. Из таблицы К. Штейнбуха видно, что сделать это непросто.

При попытке диагностировать состояние человека-оператора, его работоспособность, степень утомления и т. д. пользуются, как выражаются психофизиологи, индикатными (доступными наблюдению проявлениями, которые связаны с психофизиологическими явлениями посредством некоторых законов). Так, величина, характеризующая электрическое сопротивление кожи, является индикантом эмоций; продуктивность сигнала — индикантом работоспособности; порог обнаружимости сигнала — индикантом напряжения внимания и т. д.

В самом деле, мы изучаем интегральное значение альфаритма ЭЭГ, производную от напряжения КГР, временной интервал между зубцами $R-R$, изменение объема грудной клетки при дыхании, амплитудно-частотные характеристики речи, различные биохимические показатели, электромиограмму, электроокулограмму и многое другое.

Дает ли это полезные сведения? Несомненно! Но, по нашему мнению, это первый, вполне закономерный и логически оправданный этап познания психофизиологии человека-оператора.

Здесь, как правильно подметил советский ученый Е. П. Ильин, состояние человека представляется как симптомокомплекс ряда характеристик. По даваемым определениям состояния получается, что эти показатели обуславливают работоспособность и эффективность деятельности. Но кто доказал прямую связь между изучаемыми показателями и, скажем, работоспособностью? Здесь происходит подмена определения сущности состояния описанием сдвигов, наблюдаемых при изменении состояния. В общем, мы выявляем состояние, описывая последствия его возникновения, но не знаем, что такое состояние.

Состояние, по нашему мнению, — это сложная реакция подсистем мозга и организма в целом, направленная на создание в данных условиях при заданном воздействии перехода от одного уровня нервно-эндокринного гомеостазиса к другому.

На основании анализа отечественного, зарубежного и личного опыта предлагается следующая классификация нейроэлектронных систем.

Класс А. Пассивные системы

1) Изучение психофизиологических показателей для диагностики и прогнозирования состояния человека и животных в различных (в том числе экстремальных и патологических) условиях с помощью технических средств обработки и отображения информации. Создание мониторов различного ранга для автоматизации сбора и переработки информации о состоянии организма человека и животных.

2) Использование биологических систем в качестве датчиков (оптических, слуховых, тактильных) для технических систем. Создание систем, применяющих биофизические и биохимические тестирующие сигналы о состоянии организма на основе физико-химических и биологических принципов.

3) Использование средств теоретической и технической кибернетики для изучения мозга («нейроантибионика»).

Класс Б. Активные, адаптивные системы

1) Применение принципов отрицательной и положительной обратной связи, саморегуляции для целенаправленного изучения и влияния на различные системы организма, прежде всего мозга. Определение путей использования «скрытых резервов» центральной нервной системы. Самоуправление функциональным состоянием ЦНС.

2) Создание нейробионических систем с целью нормализации и интенсификации деятельности человека-оператора, ликвидации патологических состояний различной этиологии (растройства памяти, сна; задержка действия ядов, шокогенных факторов, ионизирующей радиации, наркоз, гипноз и т. д.). Управление организмом с помощью динамических моделей активности мозга и электрической активности «активных точек» поверхности тела.

3) Изыскание новых форм создания гибридных бионических систем, использующих целенаправленное поведение живых организмов для контактного или телеметрического управления техническими устройствами.

4) Нейрокиборгизация (морфо-функциональное протезирование нервной системы) — взаимодействие реальных и искусственно созданных нервных сетей.

Сейчас уже известны удачные попытки протезирования зрения, слуха. Конечно, до окончательного решения проблемы еще далеко, но уже первые попытки советских и зарубежных ученых вселяют надежду.

Академик В. М. Глушков весьма лаконично и глубоко обрисовал задачи, стоящие перед теми, кто занимается проблемами, изложенными в этой книге и относящимися к области нейробионики:

...Много еще понадобится усилий, чтобы понять, каким чудодейственным образом соединяются в человеческом мозгу

эти самые духовно животворные, если можно так сказать, ячейки, по каким законам и правилам. Но исследования ведутся, и ученые добились уже кое-каких результатов.

Перспективны в этом смысле системы с обратной связью, так называемые нейроэлектронные системы — это своеобразный симбиоз электронной техники и живого организма. Суть их в том, что ЭВМ сперва анализирует состояние организма, а затем посылает в мозг управляющие сигналы через наложенные на голову электроды или воздействуя ультразвуком, электромагнитным излучением. С помощью таких систем можно будет не только предотвращать или снимать утомление, стресс, но и компьютер как бы начинять всей информацией, скопленной мозгом. Машина в определенном смысле сможет мыслить подобно человеку — так же преобразовывать, преломлять в своей неповторимой призме внешний мир, ощущать его. И, следовательно, если данный человеческий мозг творческий, то и машина сможет творить. Представьте себе: инженеры, конструкторы, люди всех творческих профессий увеличат мощность и объем своего мозга в миллионы раз! Разграничить мышление человека и действие компьютера станет невозможно, да и не нужно. Машина сможет продолжать работу человеческого мозга...

...В мозгу животного обнаружено более двухсот точек, воздействуя на которые можно заставить его открывать или закрывать глаза, испытывать страх или ярость. Возможным это стало после того, как было установлено, что мозг животного не хаос, а система. Не исключено, что в будущем ученые смогут воздействовать через электронный мозг таким же и еще гораздо более сложным образом на мозг человека, на его творческие точки.

Сейчас очень многие науковеды и ученые разных специальностей утверждают, что будущий век — это век биологии; другие уточняют: психологии.

Французский генетик Ж. Ростан считает, что биология ведет нас сегодня в эпоху, которая изменит жизнь людей сильнее, чем первый зажженный в раннем палеолите костер, чем возникновение земледелия, изобретение колеса и книгопечатание. Пусть это утверждение ученого слишком эмоционально, если угодно, фантастично, но какая-то доля истины в нем есть.

Выдвигаются весьма смелые предположения.

Несколько лет назад комитет экспертов научно-исследовательского центра американской «Рэнд корпорейшен» прогнозировал следующие направления и сроки существенных открытий в изучении мозга:

— использование безвредных ненаркотических веществ для направленного влияния на поведение и характер (1980 г.);

— принципиально новые методы лечения психических заболеваний (1980—1990 гг.);

— физико-химическое вмешательство в механизмы памяти (1990—2000 гг.);

— практическое использование анабиоза при длительных космических полетах (2000—2010 гг.);

— зональное гипнотическое воздействие с помощью технических средств (2035 г.).

Во всяком случае, смело можно утверждать: если действительно удастся воздействовать на нервную систему человека, 99% способностей которого, как утверждает известный американский ученый и писатель-фантаст А. Кларк, расходуется попусту, то интенсификация деятельности мозга человека может принести невиданные плоды.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--------------------------------------------------|-----|
| ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ | 3 |
| МОЗГ БОДРСТВУЮЩИЙ, МОЗГ СПЯЩИЙ, МОЗГ ТВОРЯЩИЙ | 9 |
| СЕКРЕТЫ МНЕМОСИНЫ | 56 |
| «АД» И «РАЙ» В МОЗГУ | 77 |
| СИЛА ВНУШЕНИЯ И САМОВНУШЕНИЯ | 107 |
| ИЗЛУЧАЮЩИЙ МОЗГ И СОВРЕМЕННЫЕ МИФЫ | 129 |
| В БУРЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ | 149 |
| БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ | 164 |

Научно-популярная литература

КИРИЛЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ ИВАНОВ-МУРОМСКИЙ

**НЕЙРОЭЛЕКТРОНИКА,
МОЗГ,
ОРГАНИЗМ**

*Печатается по решению
Редакционной коллегии
научно-популярной литературы АН УССР*

Заведующий редакцией А. М. АЗАРОВ
Редактор А. Г. ШЕККЕР
Оформление художника К. А. РЯЗАНОВА
Художественный редактор И. В. КОЗИЙ
Технический редактор И. Н. ЛУКАШЕНКО
Корректоры М. С. КУЗНЕЦОВА,
Э. Я. БЕЛОКОПЫТОВА, Л. Ф. СТЕЦЕНКО

Информ. бланк № 5523.

Сдано в набор 10.12.82.
Подп. к печ. 29.03.83.
БФ 00007. Формат 84×108^{1/32}.
Бумага типогр. № 3. Лит. гарн.
Выс. печ. Усл. печ. л. 9,24
Усл. кр.-отт. 9,56.
Уч.-изд. л. 9,73.
Тираж 37 000 экз. Зак. № 164
Цена 30 коп.

Издательство «Наукова думка». 252601. Киев, ГСП.
Репина, 3.

Отпечатано с матриц Головного предприятия республиканского производственного объединения «Полиграфкнига» в областной книжной типографии 320091, Днепрпетровск, ул. Горького, 20.

30 н.

МОЗГ БОДРСТВУЮЩИЙ, МОЗГ СПЯЩИЙ,
МОЗГ ТВОРЯЩИЙ
СЕКРЕТЫ МНЕМОСИНЫ
«АД» И «РАЙ» В МОЗГУ
СИЛА ВКУШЕНИЯ И САМОВКУШЕНИЯ
ИЗЛУЧАЮЩИЙ МОЗГ
И СОВРЕМЕННЫЕ МИФЫ
В БУРЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ
БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

