

ФИЗИОЛОГИЯ

Академик К. М. БЫКОВ

К ВОПРОСУ О ПРИРОДЕ НЕРВНЫХ ПРОЦЕССОВ

В физиологии установилось представление о рефлекторной дуге как о приборе, соединяющем периферию с центром для осуществления рефлекторного акта. В последнее время рядом исследователей и особенно Г. Е. Владимировым и А. В. Палладиным убедительно показано, как интенсивно протекает обмен веществ в нервных клетках в связи с деятельностью мозга. При деятельности мозга, как установлено, происходит перераспределение жидких частей мозга. Расширение огромной и сложной сети сосудов в какой-либо части мозга ведет к увеличению в них количества крови (Б. Н. Клоссовский). Увеличение объема определенной области за счет поступившей крови влечет за собой уменьшение объема других областей мозга вследствие сужения сосудов и уменьшения в них количества крови. В этом компенсаторном приспособлении большую роль играет и спинномозговая жидкость.

Приспособление аппарата кровообращения к снабжению столь сложного по структуре и функции органа, как мозг, несомненно, должно быть совершенным, обеспечивающим быстрый и обильный приток крови как к целому органу, так и к каждому отдельному нейрону. Наиболее сложное устройство циркуляторной системы вне мозга и роль рефлекторных механизмов каротидного клубочка и дуги аорты, а также интерорецепторов твердой мозговой оболочки в значительной мере обуславливают постоянство снабжения мозга в целом. Однако, по Павлову, функциональная мозаика, проявляющаяся в сложном причудливом виде как выражение дробной деятельности анализаторов или части какого-либо анализатора, требует и соответствующего локального снабжения работающих клеточных групп.

В своей монографии «Кора головного мозга и внутренние органы» я писал в 1942 г. ⁽¹⁾, что органы кровеносной системы, пожалуй, больше всего участвуют в создании условий, обеспечивающих быструю перестройку жизнедеятельности тканей при изменении условий существования организма как целого в окружающей его среде. Все «местные сдвиги» в тканевом обмене создаются обязательно при определенных условиях кровоснабжения.

На основе современных морфологических данных невозможно еще точно представить себе, каким образом происходит столь сложное и быстрое снабжение энергетическими ресурсами отдельных групп работающих клеток центральной нервной системы. Основная мысль И. П. Павлова об особенностях функциональных свойств клеток коры больших полушарий заключается в том, что центральная нервная система и особенно кора головного мозга обладают необычайной подвижностью, динамичностью. Мы знаем, что при возбуждении нервных аппаратов существует поразительная корреляция между изменениями дыхания, химическими превращениями, выделением тепла и электрической активностью. Необходимо было задать себе вопрос: каким же механизмом обуславливаются столь быстрые и сложные трофические изменения в отдельной нервной клетке или в группе при активном их состоянии?

Изучение деятельности клеточных структур коры головного мозга по методу условных рефлексов дало возможность видеть самый процесс образования новых рефлекторных дуг и динамику протекания основных нервных процессов возбуждения и торможения. Ни в какой другой части центральной нервной системы нельзя уловить все разнообразие поводов для возникновения возбуждения или торможения.

Чтобы понять взаимосвязь явлений возбуждения нейронов с их питанием и всем обменом, мы должны с несколько новых позиций обратиться к всегда занимавшей мысли И. П. Павлова природе нервной трофики. Возникновение и протекание каждого рефлекса надо представлять себе связанным с изменением кровообращения и обменом веществ между гуморальной системой и нервной тканью. Мы имеем все основания считать, что вызываемые раздражениями как экстеро-, так и интерорецепторов изменения состояния нейронов центральной нервной системы одновременно вызывают изменения и в аппарате снабжения определенных групп нервных клеток. Одновременное или последовательное возбуждение как самого нейрона, так и его аппарата снабжения прежде всего обусловлено морфологическим строением всей этой сложной системы.

Необходимо вспомнить об одной замечательной морфологической находке покойного Б. И. Лаврентьева, оставившего гистологические препараты, в которых видно, как соединены разветвления одного афферентного нервного волокна, иннервирующего определенный участок кишечника кошки: одно с кровеносным сосудом, другое с нервной клеткой и третье с группой гладких мышечных волокон. Такое же поливалентное строение рецепторного аппарата описано сотрудниками Б. И. Лаврентьева и Н. Г. Колосова и в других органах и тканях.

Законно было предполагать, что и в центральной нервной системе, и в том числе в коре головного мозга, имеются сходные черты строения центрального конца анализатора, т. е. связи нейронов с нервными циркуляторными аппаратами, расположенными около или в самих нейронах. Такое предположение сейчас подтвердилось благодаря интересным гистологическим исследованиям Б. А. Долго-Сабурова и его сотрудников.

Можно допустить, что группы импульсов, возникающих в периферической части анализатора — в рецепторном аппарате, приходят в центральную нервную систему пачками и здесь поступают в нейрон, одновременно воздействуя на весь трофический аппарат соответствующего нейрона, т. е. на все условия доставки к тканям питательных веществ и кислорода, на условия перехода этих веществ из крови капилляров в межклеточные пространства. Иначе сказать, каждый рефлекс представляет собой сложный рефлекторный акт нервно-сосудистого характера. Такое представление о трофике соответствует взглядам Павлова, который еще в 1888 г. писал, что нервные влияния на сосуды неотделимы от нервных влияний на обмен веществ и на питание тканей.

Наши ранние исследования (Ольнянская, Слоним, Савченко и др.) с убедительностью показали, что общий метаболизм в организме регулируется рефлекторным путем через высшие отделы центральной нервной системы.

Следовательно, рефлекторные акты, обеспечивающие в конечном итоге обмен веществ организма, сами происходят при постоянном также рефлекторном контроле снабжения самих нервных клеток. Рефлекторный характер трофики самой нервной системы, как и всякого другого органа, осуществляется при действии раздражителей с различных рецепторных полей, откуда возбуждение в виде импульсов направляется в центры (В. Е. Делов и другие сотрудники). Электрофизиологические исследования афферентных импульсов с желудка и кишечника указывают на теснейшую связь афферентной импульсации

с деятельностью пищеварительного аппарата (см. рис. 1 на вклейке к стр. 305). При отведении потенциалов нервных стволов (чревный нерв, нервы мезентериального сплетения) наблюдаются группы высоких осцилляций, повторяющиеся синхронно с ритмом сердечной деятельности (см. рис. 2 на вклейке к стр. 305). Специальные опыты показали, что вспышка осцилляций связана с возбуждением инкапсулированных рецепторных окончаний типа пачиниевых телец, которые в большом количестве залегают в брыжейке, раздражителем которых являются пульсовые колебания стенок артерий, а также и с возбуждением интерорецепторов самого кишечника, очевидно его секреторного и моторного аппаратов.

Характер групповых импульсаций при отведении от нервных стволов, связанных с кишечником, поджелудочной железой, наиболее выражен в отношении амплитуды и частоты импульсов на фоне интенсивной пищеварительной активности желудочно-кишечного тракта. Пачки импульсов от сложных, поливалентных рецепторов посылают в центральную нервную систему сигналы о ряде процессов, происходящих в рецепторном поле. Подобное же построение принимающего аппарата в центре стимулирует возбуждение нервов и одновременно

или последовательно весь сложный снабженческий аппарат, обеспечивающий трофику вступивших в работу нервных клеток. Таким образом осуществляются анализ процессов, происходящих на периферии, и одновременно трофический процесс как в самой центральной нервной системе, так и рефлекторно во всех органах и тканях. Дальнейшей задачей было для нас показать связь обменных процессов с протеканием любого рефлекторного акта.

В исследованиях Э. Ш. Айрапетьянца и других сотр. показано на собаках, что вновь образующийся оборонительно-двигательный условный рефлекс (экстеро- и интерорецептивный) раньше всего проявляется на дыхательной системе, и только вслед за этим через несколько сочетаний в процесс включается реакция отдергивания лапы. Наиболее удобным и убедительным доказательством такой связи и комплексного представления обо всем рефлекторном процессе в целом явилось изучение образования условного рефлекса на какую-либо функцию и его протекания при одновременной регистрации общего метаболизма.

Приведу опыты Р. П. Ольнянской и Л. А. Исаакян. На собаке вырабатывается звуковой условно-оборонительный рефлекс при подкреплении электрическим током задней лапы. После двух сочетаний записывается

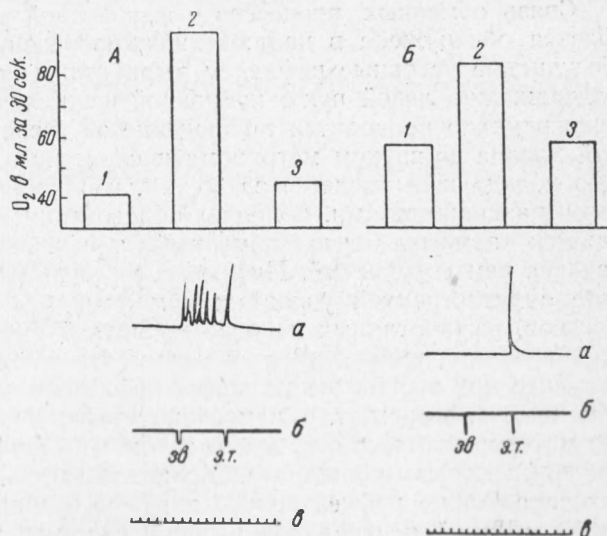


Рис. 3. Изменения газообмена и двигательная реакция собаки. А — при отставлении подкрепления условного раздражителя на 30 сек. (после 20 сочетаний звонок + электрический ток). 26 XII 1953 г. Б — при отставлении подкрепления на 30 сек. (32-е сочетание). 1 XII 1953 г. Столбики сверху — потребление кислорода в мл за 30 сек.: 1 — до действия раздражителей; 2 — во время действия раздражителей; 3 — через 30 сек. после действия раздражителя. На кимограмме: а — запись движений задней конечности собаки; б — отметка условного (звонок) и безусловного (электрический ток) раздражителей; в — отметка времени — 5 сек.

потребление кислорода через надетую на голову собаки специальную маску. Экспериментальный материал показывает, что при первых испытаниях звонка, отставленного на 30 сек., отсутствует двигательная реакция, однако во взятой пробе воздуха одновременно с действием звонка обнаруживается значительное повышение потребления кислорода по сравнению с покойным состоянием. Только 32-е изолированное действие звонка отчетливо вызывает с небольшим запозданием несколько подергиваний задней конечности животного (см. рис. 3).

Связь обменных процессов с выработкой условного сосудистого рефлекса обнаружена в наблюдениях, проведенных на здоровых людях. Сосудистые условные рефлексы выработаны на безусловном холодом раздражении левой руки, на правой ведется запись плетисмограммы и одновременно проводится наблюдение за газообменом. После 10 сочетаний холода со звуком метронома и словесного раздражения «прикладываю холод» испытывается за 30 сек. изолированное раздражение условными раздражителями. В период образования такого условного рефлекса удается заметить, что обменный трофический рефлекс образуется раньше, чем сосудистый. Идентичные результаты получены в другой работе с регистрацией условных обменных рефлексов и сосудистых рефлексов, выработанных на базе мышечной работы человека.

На основе приведенных экспериментальных данных можно заключить, что при выработке условных рефлексов первыми вырабатываются обменные рефлексы, т. е. изменение трофики центрального аппарата через интерорецепторы сосудов, а затем и специфической реакции какого-либо эффекторного аппарата. Можно полагать, что нейронный процесс как запал всего рефлекторного акта обеспечивается изменениями всей трофики самой центральной нервной системы и рефлекторно обеспечивает работы исполнительного органа на основе, вероятно, изменения прежде всего его трофики.

Изложенные экспериментальные данные и теоретические соображения приводят к мысли о новом, более широком понятии архитектуры рефлекторных актов и механизма деятельности центрального конца анализаторов.

Институт физиологии им. И. П. Павлова
Академии наук СССР

Поступило
27 VIII 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ К. М. Быков, Кора головного мозга и внутренние органы, 1942.