

МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ



В. Г. Ткачук, В. Е. Хапко

АНАТОМИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Краткий конспект лекций

2-е издание, стереотипное

Киев 2003

ББК 28.9я73
Т48

Рецензенты: *Ю. Л. Майди́ков*, д-р мед. наук, проф.
А. Г. Яценко, д-р мед. наук

*Одобрено Ученым советом Межрегиональной Академии
управления персоналом (протокол № 6 від 30.09.02)*

Ткачук В. Г., Хапко В. Е.

Т48 **Анатомия и эволюция нервной системы: Краткий конспект лекций. — 2-е изд., стереотип. — К.: МАУП, 2003. — 56 с. — Библиогр.: с. 54.**

ISBN 966-608-327-2

В конспекте лекций приведен материал по анатомии, физиологии и эволюции нервной системы человека. Кратко изложены основные понятия, показано их значение в изучении психики человека, место в системе научных дисциплин, связанных с исследованием высших проявлений мозговых функций. Особое внимание уделено строению, функционированию и развитию отдельных нервных образований.

Для студентов-психологов, аспирантов, а также специалистов смежных отраслей знаний, желающих расширить свои познания в области высшей нервной деятельности человека.

ББК 28.9я73

ISBN 966-608-327-2

- © В. Г. Ткачук, В. Е. Хапко, 1999
- © В. Г. Ткачук, В. Е. Хапко, 2003, стереотип.
- © Межрегиональная Академия управления персоналом (МАУП), 2003

Тема 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

1.1. Общее строение и функции нервной системы

Нервная система вместе с органами чувств (сенсорной системой) и эндокринным аппаратом управляет процессами жизнедеятельности организма в целом и отдельных его частей, в частности двигательной деятельностью человека. Нейрогуморальным путем осуществляются контроль, регуляция и координация морфофункциональных состояний организма; нервная и сенсорная системы обеспечивают его взаимосвязь с окружающей средой.

Регулирующее влияние может осуществляться как на уровне органов, так и на более глубоких тканевом и клеточном. Скелетная мышца сокращается вследствие воздействия двигательных (эффекторных) нервных импульсов на ее мышечные волокна. Химизм этого сокращения обусловлен обменными процессами, протекающими в саркоплазме и ультраструктурных элементах мышечного волокна на молекулярном уровне. Причем эти процессы регулируются в основном гуморальным путем органами внутренней секреции.

Таким образом, органы нервной, сенсорной систем и эндокринного аппарата, управляя и регулируя многообразные процессы в организме, сохраняют его единство, целостность, поддерживают постоянство его внутренней среды (гомеостаз), обеспечивают взаимосвязь организма с окружающей средой.

Способность отвечать на получаемые раздражения в той или иной степени свойственна всем тканям и клеткам, однако лишь нервная ткань, образующая нервную систему, может обеспечить высокую дифференциацию этих ответов.

Основным свойством нервной системы является ее способность воспринимать раздражения, проводить их в виде центростремительных нервных импульсов и передавать центробежные импульсы к тем или иным органам, функция которых осуществляется главным образом как ответ на воспринимаемые нервной системой раздражения. Такой механизм ответа организма на раздражение, т. е. изменение внешней или внутренней среды, через посредство центральной нервной системы называется **рефлексом**. Материальной основой рефлекса является

рефлекторная дуга, которая в простейшей форме состоит из двух или трех нейронов: чувствительного (афферентного), вставочного, или промежуточного, и двигательного (эфферентного). Сложные рефлекторные дуги состоят из большого количества нейронов.

Вместе с тем нервная система не только регулирует ответы организма на внешние или внутренние раздражения, но и в значительной степени определяет взаимоотношения органов, обеспечивает согласованность в выполнении их функций.

По расположению и структуре нервная система подразделяется на центральную и периферическую. К **центральной нервной системе** относятся спинной и головной мозг, а к **периферической** — нервы, отходящие от спинного и головного мозга ко всем тканям и органам, и нервные узлы.

Возникновению и развитию центральной нервной системы способствовали два обстоятельства: во-первых, приобретение организмами способности самостоятельно двигаться, что вызвало потребность в специальном нервном аппарате для управления ими; во-вторых, формирование специализированных органов чувств. В процессе эволюции наметились две главные тенденции в ее развитии: первая — к дифференциации, т. е. специализации отдельных нервных клеток в строго определенной деятельности, вторая — к концентрации, т. е. сосредоточению нервной ткани в определенных участках тела и увеличению ее общей массы.

По функциям нервная система подразделяется на соматическую и вегетативную. К **соматической** относится часть нервной системы, иннервирующая опорно-двигательный аппарат и все органы чувств, к **вегетативной** — часть, регулирующая процессы обмена веществ и деятельность всех внутренних органов: сердца, почек, легких, желез внутренней секреции и др.

Основная функция нервной системы заключается в установлении оптимальных взаимоотношений отдельных частей организма и обеспечении индивидуального приспособления организма к окружающей среде.

Нервная система развивается из наружного зародышевого листка — *эктодермы*. В начальной стадии развития эмбриона на его задней, спинной, стороне появляется нервная бороздка, превращающаяся затем в нервную трубку. Передний ее конец образует три расположенных друг за другом расширения, так называемые мозговые пузыри, которые в дальнейшем превращаются в головной мозг. Остальная часть

нервной трубки служит для развития спинного мозга. Периферическая нервная система образуется путем выростов нервной ткани из нервной трубки.

1.2. Нейронная теория строения нервной системы

Нервная система образована нервной тканью, состоящей из нервных клеток (нейронов) и вспомогательных (глий).

Основной структурной и функциональной единицей нервной системы является нервная клетка — **нейрон**. Он состоит из тела и отходящих от него отростков: одного длинного — аксона и множества коротких — дендритов.

Тело нейрона покрыто мембраной. Внутри находятся органоиды, характерные для всех клеток: ядро, митохондрии, аппарат Гольджи, рибосомы, эндоплазматическая сеть и др.

Основными функциями нейронов являются восприятие раздражений и их переработка, передача информации (импульсов) и формирование ответной реакции. В зависимости от выполняемых функций различают несколько видов нейронов.

Рецепторные нейроны расположены в черепно-мозговых или спинномозговых ганглиях, их функция — воспринимать и перерабатывать поступающие сигналы. *Вставочные нейроны* расположены в задних рогах спинного мозга и обеспечивают проведение нервных импульсов. *Мотонейроны* расположены в передних рогах спинного мозга и обеспечивают двигательную активность.

Различают *нейроны возбуждающие* и *тормозные*. Все нейроны функционируют в тесном взаимодействии. Соединения между ними называют *синапсами* (от греч. *sinapsis* — соединение, связь). Каждый синапс состоит из трех основных элементов: пресинаптической мембраны, постсинаптической мембраны и синаптической щели. На конце нервного окончания имеется утолщение, называемое синаптической пуговкой. В ней расположены пузырьки, содержащие медиатор — специфическое вещество, посредством которого волна возбуждения передается с одного нейрона на другой. Снаружи синаптическая пуговка покрыта пресинаптической мембраной. На теле или отростках другого нейрона имеется участок, покрытый постсинаптической мембраной. Между мембранами находится синаптическая щель.

Когда нервный импульс поступает в синаптическую пуговку, медиатор, содержащийся в пузырьках, через пресинаптическую мембрану выходит в синаптическую щель. Воздействуя на постсинаптическую мембрану, он повышает ее проницаемость для ионов натрия, вследствие чего наступает деполяризация мембраны, т. е. изменение электрического заряда ее поверхностей. В результате возникает возбуждающий постсинаптический потенциал. Когда он достигает критической величины, возникает потенциал действия и возбуждение охватывает другой нейрон. Таким образом распространяется волна возбуждения.

Отростки нейронов, покрытые оболочкой, образуют **нервные волокна**. Различают два вида нервных волокон — *афферентные* и *эфферентные*. По афферентным волокнам возбуждение передается от периферических тканей и органов в центральную нервную систему, по эфферентным — от центральной нервной системы к периферии.

Глия состоит из особых клеток, которые заполняют пространство между нейронами. Глиальные клетки в 3–4 раза меньше нейронов. Среди них различают большие и малые клетки. Основных функций у глии две. Во-первых, она выполняет роль барьера между кровью и центральной нервной системой, через который необходимые вещества транспортируются из крови в нейроны, а ненужные выводятся из нейронов в кровь. Этот барьер состоит из больших глиальных клеток; он защищает нервную систему от проникновения вредных веществ. Во-вторых, глия участвует в образовании миелиновых оболочек — аксонов. Это функция малых клеток.

1.3. Рефлекс как основной принцип нервной системы. Схема рефлекторной дуги

Деятельность центральной нервной системы у человека чрезвычайно сложна и одновременно совершенна. Центральная нервная система управляет не только всеми вегетативными функциями — дыхательной, пищеварительной, выделительной и т. д., но и двигательным аппаратом, и поведением в целом. Несмотря на сложность и многообразие проявлений деятельности центральной нервной системы, можно выделить элементарный акт, составляющий ее основу. Таким элементарным актом является рефлекс.

Рефлекс — это ответная реакция организма на раздражение из внешней или внутренней среды при обязательном участии нервной системы. Рефлекс проявляется в возникновении или прекращении ка-

кой-либо деятельности организма. Осуществляется рефлекс благодаря наличию рефлекторной дуги. Эта дуга состоит из рецептора, воспринимающего раздражение; афферентного нервного волокна, по которому возбуждение передается от рецептора в центральную нервную систему; передаточных нейронов и синапсов, передающих возбуждение к эффекторным нейронам; эфферентных нервных волокон, передающих возбуждение к исполнительному органу; исполнительного органа, деятельность которого в результате рефлекса изменяется.

Совокупность нервных путей — рефлекторной дуги и путей получения обратной информации (об эффективности ответной реакции) — образует рефлекторное кольцо, позволяющее вносить необходимые коррективы в ответное действие для достижения требуемого результата.

Существуют безусловные и условные рефлексы.

Безусловные рефлексы — врожденные и передаются по наследству. Для них характерна автоматическая, стереотипная форма проявления. Биологическая роль безусловных рефлексов заключается в обеспечении приспособления организма к строго постоянным условиям. Безусловными рефлексами являются сосательный, оборонительный, пищевой и половой.

Условные рефлексы вырабатываются в процессе индивидуального развития организма и отличаются следующими основными признаками:

- *приобретаемость* — вырабатываются у отдельных индивидуумов по мере необходимости; не являются обязательными для всех организмов данного вида (у спортсмена звук стартового пистолета вызовет усиление работы внутренних органов, а у неспортсмена — не вызовет);
- *изменчивость* — вырабатываются по мере необходимости и угасают (затормаживаются), если необходимость в них отпадает (перерыв в тренировочных занятиях нарушает технику выполнения упражнений или отдельных движений);
- *сигнальность* — заключается в “предупредительной” деятельности организма (известие о предстоящих ответственных соревнованиях у опытного спортсмена вызовет повышение уровня физиологических функций, предваряя тем самым предстоящую работу, подготавливая организм к ее выполнению).

Оценивая роль рефлексов как основной формы нервной деятельности, И. П. Павлов писал, что в жизни сложного организма рефлекс — существеннейшее нервное явление, с помощью которого ус-

танавливается постоянное и точное соотношение частей организма и отношение целого организма к окружающим условиям.

Универсальность рефлекса, возможность его использования для объяснения даже наиболее сложных проявлений человеческой деятельности подчеркивал И. М. Сеченов: “Все акты сознательной и бессознательной жизни по способу происхождения суть рефлексы”.

Выдвинутые И. М. Сеченовым теоретические положения о рефлекторной природе деятельности центральной нервной системы человека убедительно подтвердили в многочисленных экспериментальных исследованиях И. П. Павлов и его ученики. Они создали теорию рефлекторной деятельности нервной системы, которая так и называется: “Рефлекторная теория Сеченова — Павлова”.

И. П. Павлов выделил три основных принципа этой теории.

Принцип детерминизма (от лат. *determino* — ограничиваю, определяю) означает, что любой возникающий в организме эффект, любое действие всегда причинно обусловлены. Нет раздражения — нет ответного действия.

Согласно *принципу анализа и синтеза* вся деятельность организма осуществляется на основе анализа и синтеза действующих на него сигналов.

Принцип структурности означает, что любой рефлекс может осуществиться только при наличии определенных нервных образований, при условии их целостности и существовании между ними связей. Если, например, перерезать зрительный нерв, то зрительное раздражение не вызовет ответной реакции.

1.4. Виды рефлексов

Бесчисленное множество рефлексов делится на группы по тому или иному признаку. По биологическому значению различают рефлексы пищевые, оборонительные, половые, ориентировочные, двигательные и позотонические (поддерживающие позы тела). По расположению рецепторов, вызывающих определенный рефлекс, — экстероцептивные (рецепторы на внешней поверхности тела), интероцептивные (рецепторы во внутренних органах) и проприоцептивные (рецепторы в мышцах, сухожилиях, суставах). По характеру ответной реакции — двигательные (мышечное сокращение), секреторные (выделение секрета железами) и сосудодвигательные (расширение и сужение сосудов). По длительности протекания — физические и тонические (быстрые и медленные). В зависимости от того, какой отдел мозга участвует в их

осуществлении, — спинальные (в них участвуют нейроны спинного мозга), бульбарные (продолговатый мозг), мезэнцефальные (средний мозг), диэнцефальные (промежуточный мозг) и кортикальные (кора больших полушарий головного мозга). Например, коленный рефлекс у человека (разгибание ноги в коленном суставе при ударе по сухожилию четырехглавой мышцы бедра под коленной чашечкой) относится к спинальным: в нем участвуют II–IV поясничные сегменты спинного мозга. Примером бульбарного рефлекса может служить корнеальный — смыкание век при прикосновении к роговице глаза. При этом участвуют нейроны продолговатого мозга.

Безусловные и условные рефлексy были описаны в подразд. 1.3.

Тема 2. ЗНАЧЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ. ПОНЯТИЕ О НЕРВНЫХ ЦЕНТРАХ И ИХ СВОЙСТВА

2.1. Нервные центры и их свойства

Группа нейронов, необходимых для осуществления определенного рефлекса или для управления одной из функций организма, образует **нервный центр**. Центр ахиллова рефлекса (подошвенное сгибание стопы при ударе по ахиллову сухожилию) находится в I–II крестцовых сегментах спинного мозга. Дыхательный центр расположен в ретикулярной формации продолговатого мозга на дне IV желудочка и в спинном мозге.

Нервный центр — понятие физиологическое, а не анатомическое. В нервный центр могут входить нейроны (или группы нейронов), расположенные в разных отделах центральной нервной системы.

Нервные центры обладают рядом свойств, обусловленных особенностями механизма передачи возбуждения в синапсах.

Односторонность распространения возбуждения. В отличие от нервного волокна, в котором возбуждение распространяется в обе стороны от места раздражения, в нервном центре оно распространяется только в одном направлении — от центростремительного нейрона к центробежному. Это свойство обусловлено строением синапса: медиатор, осуществляющий передачу возбуждения, выделяется только в пресинаптическом окончании.

Замедление передачи возбуждения. В нервных центрах возбуждение замедляется. Это происходит потому, что в нервном центре может быть несколько нейронов и, следовательно, столько же сигналов. В каждом синапсе происходит синаптическая задержка возбуждения. В этой связи общая длительность задержки передачи возбуждения в нервном центре с одного синапса на другой зависит от количества вставочных нейронов: чем большее количество нейронов образует рефлекторную дугу, тем сильнее замедляется передача возбуждения в нервном центре этого рефлекса.

Суммация. Явление суммации в нервном центре впервые описал И. М. Сеченов (1863 г.). Это явление проявляется в накоплении (сложении) эффектов подпороговых раздражений. Одно подпороговое раздражение не вызывает ответной рефлекторной реакции: пресинаптическое нервное окончание выделяет недостаточное количество медиатора. Несколько подпороговых раздражений в сумме дают нужный эффект: выделяется достаточное количество медиатора и возникает ответная рефлекторная реакция.

Различают временную и пространственную суммацию возбуждения в нервном центре. *Временная* суммация происходит под действием серии подпороговых раздражений, следующих друг за другом достаточно часто. Механизм временной суммации состоит в том, что каждое подпороговое раздражение повышает возбудимость нервного центра до тех пор, пока очередное из них не вызовет ответной рефлекторной реакции. Например, чихательный рефлекс возникает при длительном воздействии раздражителя на рецепторы слизистой оболочки полости носа.

Пространственная суммация возбуждения происходит при одновременном раздражении различных чувствительных нервов, передающих возбуждение в один и тот же нервный центр. Примером пространственной суммации возбуждения является рефлекторное сокращение полусухожильной мышцы при одновременном подпороговом раздражении мало- и большеберцового нервов. Подпороговое раздражение только одного из них сокращения не вызывает.

Пространственная суммация происходит вследствие схождения многих афферентных путей к одному нейрону (вставочному или эфферентному). Это явление называется *конвергенцией*.

Трансформация ритма возбуждения. Нервные центры способны трансформировать частоту и ритм поступающих импульсов. На оди-

ночное раздражение, поступившее в нервный центр, последний может ответить серией импульсов. Если импульс поступает в нервный центр с частотой, превышающей лабильность этого центра, то последний ответит с частотой, соответствующей его возможностям, т. е. более редкими импульсами.

Последствие. Ответная рефлекторная реакция продолжается некоторое время и после прекращения действия раздражителя. Это явление называется *рефлекторным* последствием. Длительность рефлекторного последствия может во много раз превышать длительность действия самого раздражителя. Существует прямая зависимость: чем сильнее и дольше раздражение действует на рецептор, тем продолжительнее последствие. Причинами возникновения последствия являются следовая деполяризация и циркуляция нервных импульсов — наличие кольцевой связи между нейронами данного центра.

Утомляемость нервного центра. Нервное волокно практически не утомляемо. Утомление возникает в нервном центре центральной нервной системы, что обусловлено его низкой лабильностью. Такое утомление проявляется в постепенном уменьшении, а затем и прекращении рефлекторного ответа в случае продолжительного действия раздражителя. Утомление возникает в результате нарушения передачи возбуждений в синапсах.

Ритмическая активность нервных центров. Различают нейроны “молчащие”, не возбуждающиеся без раздражения, и такие, в которых возбуждение возникает без воздействия раздражителя. Эти нейроны и создают фоновую активность нервной системы. Особенно высокая ритмичность активности у вставочных нейронов. Ритмически активный нейрон отвечает даже на подпороговое раздражение, а “молчащий” — только на надпороговое. Ритмически активный нейрон реагирует и на стимулирующие, и на тормозящие воздействия, а “молчащий” — только на стимулирующие.

Механизм фоновой активности предусматривает наличие кольцевой связи между нейронами, что обеспечивает передачу нервных импульсов с нейрона на нейрон.

Фоновая активность нейронов повышает чувствительность центральной нервной системы к раздражениям, расширяет ее функциональные возможности, обеспечивает гибкость и пластичность.

Изменение возбудимости центральной нервной системы. Центральная нервная система чрезвычайно чувствительна к различным

воздействиям. При этом изменяется ее возбудимость. Она снижается при недостатке кислорода, при недостаточном кровообращении, в шоковом состоянии.

2.2. Процесс торможения в центральной нервной системе и его значение

И. М. Сеченову принадлежит исключительная заслуга перед мировой наукой: он обнаружил в головном мозге центры, угнетающие спинномозговые рефлексы, и показал значение этих центров в рефлекторной координации двигательных актов.

Классический опыт И. М. Сеченова состоял в следующем. У лягушки перерезали головной мозг на уровне зрительных бугров. Переднюю часть мозга удаляли. После этого определяли время сгибательного рефлекса при раздражении лапки серной кислотой. Затем на зрительные бугры клали кристаллы поваренной соли и снова определяли продолжительность действия сгибательного рефлекса. Продолжительность рефлекса значительно увеличивалась, и через некоторое время реакция полностью исчезала. После удаления раздражителя (кристалла соли) и промывания раздражаемого участка мозга физиологическим раствором реакция вновь возникала и продолжительность рефлекса восстанавливалась. Из этого опыта следует вывод: торможение — это активный процесс, возникающий, как и возбуждение, при раздражении любых участков центральной нервной системы. Значение открытия И. М. Сеченова состоит в том, что он установил одновременное существование в центральной нервной системе процессов возбуждения и торможения.

Торможение — это особый нервный процесс, внешне проявляющийся в уменьшении или полном исчезновении ответной реакции. Он представляет собой особую форму стойкого, неколеблющегося возбуждения, которое возникает вследствие сильного или длительного воздействия какого-либо раздражителя.

Различают торможение первичное и вторичное. *Первичное* торможение возникает с участием тормозных нейронов. Примером тормозных нейронов являются так называемые клетки Реншоу.

Вторичное торможение возникает без участия тормозных нейронов. Оно является следствием сильного возбуждения нервной клетки. Возбуждение особенно легко сменяется торможением в участках нервной системы, обладающих низкой лабильностью.

2.3. Координирующая роль центральной нервной системы

Жизнь организма — согласованная работа всех его частей и приспособление к условиям среды — возможна благодаря центральной нервной системе. Она координирует все функции организма. Это обусловлено особенностями ее строения и функциональными свойствами. Существуют определенные закономерности координации нервных процессов.

Принцип общего конечного пути. Его открыл выдающийся английский физиолог Чарлз Скотт Шеррингтон. Суть этого принципа заключается в том, что к одному мотонейрону поступают импульсы от многих рецепторов, расположенных в различных частях тела. Этот процесс называется *конвергенцией*. Он обусловлен неодинаковым количеством афферентных и эфферентных нервных путей: первых примерно в пять раз больше, чем вторых. Из всех поступающих по различным путям в нейрон импульсов только некоторые, наиболее значимые в данный момент для организма, вызывают ответную реакцию. Конвергенция является одним из основных механизмов координации рефлекторной деятельности.

Иррадиация возбуждения. Возбуждение, возникшее в одном из нервных центров под влиянием сильного и длительного раздражения, способно распространяться по центральной нервной системе, возбуждая новые участки. Распространение возбуждения называется *иррадиацией* (от лат. *irradiare* — сиять). Иррадиация возбуждения обусловлена наличием многочисленных связей между отдельными нейронами центральной нервной системы. Различают иррадиацию возбуждения избирательную и генерализованную. При избирательной иррадиации нервные импульсы проходят по строго определенным путям, вовлекая в реакцию лишь необходимые органы или мышцы. При генерализованной иррадиации возбуждения в деятельность вовлекаются другие мышцы, которые нарушают движение, делают его скованным. Явление иррадиации возбуждения лежит в основе образования условного рефлекса. Примером генерализованной иррадиации возбуждения является нарушение координации движений у спортсмена во время ответственных соревнований (состояние “стартовой лихорадки”).

Концентрация возбуждения. Иррадиация возбуждения сменяется его концентрацией в очаге первоначального возникновения. Иррадиация происходит относительно быстро, а концентрация протекает замедленно.

Индукция. Процессы возбуждения и торможения в центральной нервной системе находятся в определенных отношениях, которые осуществляются по законам индукции (от лат. *inductio* — наведение, возбуждение). Возбуждение, возникшее в одном центре, “наводит” торможение на другой, и наоборот.

Различают несколько видов индукции.

Одновременная индукция характеризуется тем, что одновременно в одном центре возникает возбуждение, а в сопряженном центре — торможение (или наоборот). Примером может служить подтягивание на перекладине: в центре мышц-сгибателей возникает возбуждение, а в центре мышц-разгибателей — торможение.

Последовательная положительная индукция проявляется в смене торможения возбуждением, а *последовательная отрицательная* — в смене возбуждения торможением.

Принцип обратной связи. Воздействие работающего органа на состояние управляющего им нервного центра называется обратной связью.

Различают *положительные* и *отрицательные обратные связи*. Если импульсы, возникающие в результате какой-либо рефлекторной реакции, поступая в управляющий ею нервный центр, усиливают ее, — это положительная обратная связь; если же они угнетают эту реакцию, — это отрицательная обратная связь.

Благодаря наличию обратной связи между нервным центром и управляемым им рабочим органом обеспечивается строгая согласованность их совместной деятельности и достигается наибольший эффект.

Принцип доминанты. Этот принцип сформулировал выдающийся физиолог А. А. Ухтомский в 1904 г. Его внимание привлек необычный факт: раздражение, обычно вызывающее определенную реакцию, в некоторых случаях вызывало совершенно неожиданную реакцию. Исследуя эти случаи, ученый установил, что причиной является взаимодействие двух возбужденных нервных центров. Возбуждаясь за счет волн, адресованных другому центру, один из центров осуществляет специфическую ответную реакцию, которая может не соответствовать характеру раздражения. Такой временно господствующий очаг возбуждения, определяющий характер ответных реакций на все внешние и внутренние раздражения, А. А. Ухтомский назвал *доминантой*. “Внешним выражением доминанты, — писал он, — является определенная работа или рабочая поза организма, подкрепляемая в данный момент разнообразными раздражениями и исключаящая для данного момента другие работы и позы”.

Доминанта — яркий пример взаимодействия возбуждательного и тормозного процессов в центральной нервной системе. Наличие доминантного очага возбуждения резко изменяет обычные координационные отношения между этими процессами. Поступающие волны возбуждения, даже адресованные другим центрам, усиливают только его и вызывают характерную для него реакцию. В остальных нервных центрах в этот момент наступает торможение. Например, если в момент, предшествующий акту дефекации, раздражать у животного двигательные нервы, то вместо обычной ответной реакции — сгибания передней конечности — ускорится и усилится акт дефекации.

Доминантный очаг возбуждения характеризуется пятью признаками, определяющими характер его деятельности: 1) повышенной возбудимостью; 2) стойкостью возбуждения; 3) повышенной способностью к суммированию возбуждения; 4) инерцией, т. е. способностью длительно сохранять возбуждение после окончания действия раздражителя; 5) способностью вызывать сопряженные торможения.

Значение принципа доминанты А. А. Ухтомского заключается в установлении зависимости деятельности нервных центров и их взаимоотношений от исходного состояния. Будучи господствующим очагом возбуждения, нервный центр осуществляет специфическую ответную реакцию, угнетая другие центры. При этом он привлекает к себе все волны возбуждения, поступающие в центральную нервную систему и адресованные другим нервным центрам. Принцип доминанты играет большую роль в координирующей деятельности центральной нервной системы, в образовании условных рефлексов и двигательных навыков.

2.4. Пластичность нервной системы

Нервные центры характеризуются пластичностью: в определенных условиях они перестраиваются и приобретают новые, не свойственные им ранее функции. Это доказывают специальные опыты. У животного перерезали подъязычный и диафрагмальный нервы, после чего дыхательные движения диафрагмы прекращались. Затем к центральному концу подъязычного нерва пришивали периферический конец диафрагмального. После заживления дыхательные движения диафрагмы восстанавливались. Из этого следует, что центр подъязычного нерва начинал управлять дыхательными движениями диафрагмы, т. е. приобрел новое функциональное значение.

Пластичность нервных центров позволяет перестраивать в широком диапазоне координационные отношения в центральной нервной системе. Это способствует наиболее совершенному приспособлению организма к изменяющимся условиям внешней и внутренней сред.

Тема 3. СПИННОЙ МОЗГ

Спинной мозг представляет собой часть центральной нервной системы, расположенную в позвоночном канале. Спинной мозг эмбриона при начальной организации соответствует длине его туловища. Однако по мере развития спинной мозг отстает в росте от туловища, в результате чего его нижний конец ко времени рождения находится на уровне 3-го поясничного позвонка, тогда как у взрослых — на уровне 1–2-го поясничных позвонков.

Спинной мозг имеет вид тяжа, несколько сплющенного в передне-заднем направлении и оканчивающегося в поясничной области мозговым конусом, продолжением которого служит терминальная нить. Спинной мозг построен из нервных клеток, нервных волокон и нейроглии, причем клетки, составляющие его серое вещество, располагаются внутри, а волокна, образующие белое вещество, — снаружи. Спинной мозг состоит из сходных по общему плану строения сегментов. Их у человека 31: 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и один копчиковый.

Вверху спинной мозг переходит в продолговатый мозг, а внизу заканчивается на уровне двух первых поясничных позвонков.

На каждой стороне спинного мозга имеются следующие образования:

1. *Два корешка спинномозговых нервов.* Передний состоит из отростков двигательных клеток передних рогов и отростков клеток боковых рогов спинного мозга, задний — из отростков чувствительных нервных клеток, расположенных в межпозвоночном узле.

2. *Спинномозговой узел,* где находятся тела чувствительных клеток спинномозговых нервов.

3. *Спинномозговой нерв,* образующийся в результате соединения переднего и заднего корешков. Содержит как двигательные, так и чувствительные волокна.

4. *Ветви спинномозгового нерва:* передняя, задняя, менингеальная и соединительная.

Передняя ветвь спинномозгового центра содержит как двигательные, так и чувствительные волокна. В грудных нервах она переходит непосредственно в межреберные нервы, а в остальных спинномозговых нервах образует шейное, плечевое, поясничное, крестцовое и копчиковое сплетения.

Задняя ветвь направляется кзади и принимает участие в иннервации мышц и кожи спины.

Соединительная ветвь соединяет нервный сегмент с узлами симпатического ствола, расположенными вдоль позвоночного столба.

Менингеальная ветвь направлена к спинному мозгу — его твердой оболочке, которую и иннервирует. Отходящие от спинного мозга в нижнем его отделе корешки спинномозговых нервов идут вниз и образуют так называемый конский хвост, который тянется от верхушки мозгового конуса вниз вдоль позвоночного канала.

Спинной мозг имеет два утолщения: шейное и пояснично-крестцовое. Шейное утолщение тянется от уровня 2-го шейного позвонка до 2-го грудного, достигая наибольшей толщины на уровне 5–6-го шейных позвонков. Пояснично-крестцовое утолщение начинается на уровне 10-го грудного позвонка и наибольших размеров достигает на уровне 12-го грудного позвонка. В этих отделах от спинного мозга отходят наиболее крупные спинномозговые нервы к верхним и нижним конечностям.

Спинной мозг выполняет две важные функции: передает импульсы, идущие в головной мозг и из него, и служит рефлекторным центром.

По задним столбам белого вещества проходят восходящие пути, передающие импульсы от рецепторов мышц, сухожилий, суставов, а также от экстерорецепторов кожи. В боковых столбах расположены проводящие пути, связывающие спинной мозг с мозжечком. В передних столбах находятся пирамидные пути, передающие импульсы от коры больших полушарий к мотонейронам.

В спинном мозге находятся рефлекторные центры. К спинномозговым рефлексам относятся главным образом двигательные: сгибательные, разгибательные, сухожильные, миотатические, ритмические, тонические. В нем также расположены центры вегетативной нервной системы: сосудодвигательные, потоотделительные, дыхательные, мочеотделительные, дефекации, половые. Регуляторную функцию спинной мозг осуществляет в тесном взаимодействии с головным мозгом.

Тема 4. ГОЛОВНОЙ МОЗГ

Головной мозг расположен в полости черепа, имеет сфероидную форму и его масса в 50 раз превышает массу спинного мозга. Масса головного мозга человека в среднем равна 1375 г (1000–2200 г).

Головной мозг делится на пять отделов:

1. Продолговатый мозг.
2. Задний мозг, к которому относятся мост (варолиев) и мозжечок.
3. Средний мозг.
4. Промежуточный мозг.
5. Конечный мозг.

Конечный мозг составляет основную массу головного мозга — большой мозг, а промежуточный, средний, продолговатый мозг и мост образуют ствол мозга.

Продолговатый мозг расположен на скате основания черепа и является продолжением спинного мозга. По форме напоминает усеченный конус, несколько уплощенный в переднезаднем направлении и расширяющийся кверху. К его передней поверхности справа и слева примыкают пирамиды продолговатого мозга, где проходят волокна корково-спинномозговых путей. Снаружи от пирамиды располагается возвышение, которое называется *оливой*. Из борозды между пирамидой и оливой выходит *подъязычный нерв*.

На задней поверхности продолговатого мозга и моста находится *ромбовидная ямка*, представляющая собой дно четвертого желудочка. По латеральной поверхности ромбовидной ямки идут *мозговые полоски*, где находятся волокна *преддверно-улиткового нерва*. В нижнем отделе ромбовидной ямки имеются небольшие возвышения — треугольник подъязычного нерва и треугольник блуждающего нерва. В верхнем отделе ромбовидная ямка суживается.

Ниже ромбовидной ямки на задней поверхности продолговатого мозга расположены два пучка — тонкий и клиновидный, представляющие собой скопление нервных волокон, обеспечивающих проведение к коре полушарий импульсов сознательного мышечно-суставного чувства.

В область продолговатого мозга выходят нервы, ядра которых расположены внутри него и моста: между пирамидой и мостом — отводящий нерв, в наружноверхнем отделе, позади оливы, — пищевой и преддверно-улитковый нерв, а между ними — промежуточный нерв.

Ниже преддверно-улиткового нерва расположены языкоглоточный и блуждающий нервы, а ниже их — добавочный нерв. Между оливой и пирамидой выходит подъязычный нерв.

В продолговатом мозге находятся центры сердечной и дыхательной деятельности, а также сосудодвигательный центр.

Задний мозг составляют мост и мозжечок.

Мост обращен своей передней поверхностью к скату, идущему по задней поверхности тела клиновидной кости и по базилярной части затылочной кости. Он состоит из большого количества нервных волокон, проходящих в вертикальном и поперечном направлениях и образующих белое вещество моста. Мост является образованием, соединяющим мозжечок и продолговатый мозг с полушариями мозга. В области моста залегают ядра тройничного, отводящего, лицевого и преддверно-улиткового нервов. С мозжечком мост соединен с помощью средних мозжечковых ножек. На границе между мостом и ножками мозжечка на поверхности мозга выходит тройничный нерв.

Мозжечок — наиболее крупная часть заднего мозга. Он имеет вид сплющенного эллипсоидного тела и разделяется на две боковые части, называемые полушариями мозжечка, и соединяющую эти полушария среднюю часть, которая называется червем.

Мозжечок спереди и снизу соединяется с продолговатым мозгом. Сверху мозжечок прилежит к затылочным долям полушария головного мозга, отделяясь от них отростком твердой мозговой оболочки.

У мозжечка различают передний и задний края, а также верхнюю и нижнюю поверхности. Мозжечок с помощью средней, нижней и верхней мозжечковых ножек соединяется с соседними отделами мозга: мостом, продолговатым мозгом и средним мозгом.

В центре мозжечка имеется белое вещество, а по периферии — серое вещество, образующее кору мозжечка.

Функция мозжечка состоит в координации движений и регуляции мышечных сокращений. У человека при повреждении мозжечка наступает расстройство движений, что проявляется в нарушении согласованности сокращения различных групп мышц при произвольных движениях. В результате действия, требующие тонкой координации движений, например вдевание нитки в иголку, становятся невыполнимыми. Такое состояние называют *атаксией* (от греч. *ataxia* — беспорядок). Человек теряет способность нормально ходить (абазия) и стоять (астазия). Резко снижается сила мышечных сокращений, нарушается тонус мышц.

Мозжечок принимает участие в регуляции дыхания, пищеварения, сердечно-сосудистой деятельности, терморегуляции.

Средний мозг состоит из верхнего (заднего) и нижнего (переднего) отделов. Верхний отдел составляет крыша среднего мозга, связанная с переключением зрительных импульсов, со слуховыми путями, которые и являются подкорковыми слуховыми центрами. Нижний отдел образуют крупные утолщения, называемые ножками мозга. Через основания ножек мозга проходят волокна, идущие от полушарий головного мозга в продолговатый и спинной мозг. В покрывке ножек мозга имеется крупное скопление серого вещества — красное ядро, которое является одним из наиболее важных двигательных подкорковых центров. В полости среднего мозга находятся ядра глазодвигательного и блокового нервов.

В среднем мозге расположены центры ориентировочных рефлексов, возникающих в ответ на зрительные и звуковые раздражения. Они проявляются в повороте головы и туловища в сторону раздражителя, что связано с перераспределением мышечного тонуса. Центры среднего мозга регулируют мышечный тонус и позу тела.

Промежуточный мозг находится между полушариями головного мозга. К нему относятся *таламус* (зрительный бугор) и смежные с ним образования, расположенные как ниже, так и выше и сзади него, — *гипоталамус*, *эпиталамус* и *метаталамус*.

Таламус — это наиболее крупное образование промежуточного мозга и один из наиболее важных подкорковых чувствительных центров.

Сзади от таламуса находится метаталамус, являющийся подкорковым центром проводящих путей слухового и зрительного анализаторов.

К эпиталамусу относится шишковидное тело — орган внутренней секреции.

К гипоталамусу относятся сосцевидные тела, серый бугор с гипофизом и зрительный перекрест.

Рассмотрим основные функции промежуточного мозга.

1. Таламус играет роль центра переключения импульсов, поступающих к нему из спинного мозга и низших отделов головного мозга. Из таламуса импульсы передаются к различным участкам больших полушарий. Он регулирует и координирует внешние проявления эмоций.

2. В гипоталамусе (на дне 3-го желудочка) находятся высшие центры вегетативной нервной системы, регулирующие температуру тела, давление крови, водный баланс, углеводный и жировой обмен, аппетит.

3. Гипоталамус участвует в регуляции сна и бодрствования, контролирует деятельность передней доли гипофиза (секрецию гонадотропных гормонов) и вырабатывает гормоны, которые выделяются затем в кровь задней долей гипофиза.

4. Надбугорная область связана с восприятием обонятельных раздражений, а забугорная — с регуляцией зрения и слуха.

Конечный мозг состоит из правого и левого полушарий большого мозга, соединенных между собой мозолистым телом и сводом. В каждом из полушарий различают кору большого мозга и обонятельный мозг. На поверхности полушарий кора образует многочисленные борозды, между которыми располагаются извилины. В зависимости от их расположения полушария большого мозга подразделяются на доли. Каждое полушарие имеет четыре доли: лобную, теменную, височную и затылочную.

Наиболее сложной частью всей нервной системы является **кора**. В нее поступает раздражение как из окружающей среды, так и от всех органов тела. Кора является анатомической основой высшей нервной деятельности и участвует в регуляции всех функций организма.

В функциональном отношении кора состоит из корковых концов анализаторов.

Анализатор состоит из образования, воспринимающего раздражения на периферии тела (органы чувств, чувствительные окончания нервов), из образования, проводящего эти раздражения от периферии к центру, и из центрального отдела. В центральном отделе особое значение имеет корковый конец анализатора: он не только воспринимает получаемые раздражения, не только расщепляет их, “анализирует”, но и связывает, синтезирует; он также участвует в замыкательной и передаточной функциях коры, которые заключаются в установлении временной связи между отдельными участками коры, между центральными отделами анализаторов, в передаче импульсов к нервным клеткам нижележащих образований головного и спинного мозга. От этих образований эффекторные импульсы поступают к тому или иному “рабочему органу” (мышце, железе).

Рассмотрим положение в коре некоторых анализаторов.

Двигательный анализатор находится в предцентральной извилине. Эта область коры получает раздражения (проприоцептивные, кинестетические), возникающие главным образом в сухожилиях мышц, суставах, связках, отчасти в коже, скелетной мускулатуре. Двигательный

анализатор обеспечивает возможность образования двигательных условных рефлексов на те или иные чувствительные раздражения (болевые, температурные, зрительные, слуховые и пр.).

Анализатор общей чувствительности (болевой, температурной, осязательной) находится в постцентральной извилине.

Слуховой анализатор размещается в средней части верхней височной извилины, главным образом на той ее поверхности, которая обращена к островковой доли.

Обонятельный анализатор расположен в области *крючка*, т. е. переднего конца парагиппокампальной извилины височной доли мозга. В этой же области находится *вкусовой анализатор*.

Зрительный анализатор размещается по краям шпорной борозды, т. е. в затылочной доле.

Двигательный анализатор сложнокоординированных движений (праксии) находится у правшей в левой нижней теменной дольке, а у левшей — в правой.

Анализатор узнавания предметов на ощупь (стереогноза) расположен в верхней теменной дольке правого и левого полушарий.

Двигательный анализатор письменной речи находится в заднем отделе средней лобной извилины и является анализатором тонких движений, связанных с начертанием не только отдельных букв, но и различных условных обозначений.

Двигательный анализатор речевых движений размещается в заднем отделе нижней лобной извилины.

Слуховой анализатор речи, как и общий слуховой анализатор, расположен в верхней височной извилине, в задней ее части.

Различают также другие анализаторы. В корковых отделах большого мозга человека значительную роль играют анализаторы, связанные с его *способностью к речи*. В частности, к ним относятся двигательный и слуховой анализаторы речи, а также двигательный анализатор письменной речи.

Скопление мелких нервных клеток в области боковых канатиков спинного мозга, в продолговатом, среднем и промежуточном мозге называется *ретикулярной формацией*. Она выполняет важную функцию, регулируя тонус всех названных образований центральной нервной системы, а также активизирует кору полушарий большого мозга. Ретикулярная формация регулирует возбудимость всех отделов центральной нервной системы. Влияние ретикулярной формации может проявлять-

ся как в активации, так и в угнетении рефлекторной деятельности спинного мозга. При активирующем влиянии на спинной мозг все рефлекторные реакции усиливаются, а при торможении — ослабляются.

Восходящее активирующее влияние ретикулярной формации заключается в повышении уровня функционального состояния коры больших полушарий: повышаются возбудимость и лабильность ее нейронов, а также скорость ответных действий. Тормозящее влияние вызывает противоположный эффект.

Таким образом, импульсы, поступающие от ретикулярной формации в кору больших полушарий или в спинной мозг, не вызывают специфического эффекта.

Тема 5. ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА: СИМПАТИЧЕСКАЯ И ПАРАСИМПАТИЧЕСКАЯ. ЕЕ ЭВОЛЮЦИЯ

Вегетативная нервная система делится на две большие части: симпатическую и парасимпатическую. Между ними существуют морфологические, функциональные и фармакологические отличия.

Морфологическое отличие заключается в том, что эти две части связаны с различными участками центральной нервной системы: симпатическая часть имеет центры в боковых рогах грудного и отчасти поясничного отделов спинного мозга, а парасимпатическая — в среднем и продолговатом мозге, а также в крестцовом отделе спинного мозга.

Функциональное отличие состоит в том, что симпатическая и парасимпатическая части вегетативной нервной системы в некоторых случаях оказывают противоположное действие на организм. Например, симпатическая часть информирует мышцу-расширитель зрачка, а парасимпатическая — мышцу-суживатель зрачка и т. д.

Фармакологическое отличие заключается в разном химическом составе веществ-медиаторов, которые выделяются при возбуждении симпатических и парасимпатических нервов.

Однако ни одно из приведенных отличий не является абсолютным, и подразделение вегетативной системы на симпатическую и парасимпатическую в известном смысле условно.

Центростремительные нервные волокна, несущие импульсы от периферии к центру, одинаково “обслуживают” как симпатическую, так и парасимпатическую нервные системы.

5.1. Симпатическая часть вегетативной нервной системы

Основу периферического отдела симпатической нервной системы составляют узлы, образующие правый и левый симпатические стволы, которые располагаются по бокам от позвоночного столба. Выше- и нижележащие узлы соединяются межузловыми ветвями. Кроме того, в грудном, поясничном и крестцовом отделах есть соединения между узлами правой и левой сторон. Каждый из узлов соединен с центральной нервной и периферической соматической системами. Наконец, от каждого узла идут ветви к тем органам, которые симпатическая система иннервирует.

В шейном отделе симпатической части вегетативной нервной системы имеются три узла, наиболее крупным из которых является *Верхний шейный узел*. Он располагается непосредственно на позвоночном столбе на уровне верхних шейных позвонков. От этого узла отходят ветви кверху (внутренний сонный нерв) и книзу (к органам шеи, а также к сердцу). Внутренний сонный нерв направляется к внутренней сонной артерии и, разветвляясь, участвует в образовании внутреннего сонного сплетения, окружающего артерию.

От верхнего шейного узла идут *нервные волокна*, сопровождающие артерии, которые питают мозг, слюнные железы, органы, находящиеся в глазнице, и пр.

Средний шейный узел по размерам значительно уступает верхнему шейному и может даже отсутствовать. Вместе с тем возможно разделение среднего шейного узла на более мелкие, в результате чего шейный отдел симпатического ствола может иметь не три узла, а больше (до восьми).

Нижний шейный узел невелик. Иногда он сливается с верхним грудным узлом симпатического ствола, образуя так называемый шейно-грудной узел. От нижнего шейного узла отходят ветви к кровеносным сосудам, а через них — к органам шеи и грудной полости (в частности, к аорте и сердцу).

Грудной отдел симпатической части вегетативной нервной системы имеет 10–12 узлов. Узлы грудного нерва расположены на головках ребер.

От грудного отдела отходят два крупных нерва, которые называются внутренностными. *Большой внутренностный нерв* отходит от 6–9-го грудных узлов симпатического ствола, *малый внутренностный нерв* — от 10–11-го. Направляясь вниз, оба эти нерва проходят через диафрагму и входят в чревное (солнечное) сплетение поясничного отдела. Они содержат не только симпатические нервные волокна, несущие импульсы в центральном направлении, но и волокна, проводящие чувствительные импульсы от внутренних органов в спинной мозг через его задние корешки, идущие в центростремительном направлении.

Поясничный, крестцовый и копчиковый отделы симпатической части вегетативной нервной системы имеют узлы, которые по направлению книзу сходятся, так что в области копчика образуется только один непарный копчиковый узел. От узлов отходят соединительные ветви к поясничным и крестцовым соматическим нервам.

Чревное (солнечное) сплетение находится на уровне 1-го поясничного позвонка и окружает чревный ствол (из брюшной части аорты). Оно состоит из двух крупных чревных узлов — правого и левого, которые располагаются по бокам от чревного ствола. От чревного сплетения идут многочисленные ветви, распространяющиеся вдоль поверхности сосудов.

К крупным узлам поясничного отдела симпатической части вегетативной нервной системы относятся *верхний и нижний брыжеечные узлы*, соответствующие по положению месту отхождения от аорты верхних и нижних брыжеечных артерий.

Как отмечалось, симпатический ствол связан только с грудными и поясничными сегментами спинного мозга. Таким образом, узлы этого ствола, расположенные в шейной, крестцовой и копчиковой областях, непосредственно со спинным мозгом не связаны. Связь осуществляется через волокна, проходящие через узлы грудного и поясничного отделов и затем в составе межузловых ветвей достигающие выше и ниже расположенных участков симпатического ствола.

Симпатическое сплетение, окружающее брюшную аорту, продолжается по ее ветвям к органам брюшной полости. Кровеносные сосуды конечностей получают симпатическую иннервацию от волокон близлежащих соматических нервов. Особенно богаты симпатическими волокнами срединный и седалищный нервы.

Симпатическая нервная система регулирует деятельность всех тканей и органов нашего тела. Медиатором при передаче возбуждения с симпатического нервного волокна на иннервируемый орган является *адреналин*.

5.2. Парасимпатическая часть вегетативной нервной системы

Парасимпатическая часть вегетативной нервной системы делится на *головной* и *тазовый отделы*. В свою очередь, в головном отделе выделяют среднемозговой и продолговатомозговой отделы.

К *среднемозговому отделу* частично принадлежит глазодвигательный нерв. Его парасимпатические волокна входят в ресничный узел и дальше следуют внутрь глазного яблока. Здесь они иннервируют мышцу, суживающую зрачок, в то время как мышца, расширяющая зрачок, получает иннервацию от симпатической части вегетативной нервной системы, ветви которой попадают в ресничный узел от сплетения, идущего от глазной артерии.

Волокна *продолговатомозгового отдела* парасимпатической части вегетативной нервной системы входят в состав лицевого, языкоглоточного и блуждающего нервов. Парасимпатическая иннервация органов головы обеспечивается нейронами ресничного, крылонебного, ушного и поднижнечелюстного узлов.

Блуждающий нерв является смешанным. Он содержит несколько больше парасимпатических волокон, чем глазодвигательный и лицевой нервы, поскольку основная их часть направляется к внутренним органам. Парасимпатические волокна передают желудочно-кишечному тракту импульсы, способствующие ускорению перистальтики и увеличению секреции пищеварительных желез. По блуждающему нерву, направляющемуся к сердцу, идут импульсы, способствующие замедлению ритма его сокращений и сужению его сосудов.

Тазовый отдел парасимпатической части нервной системы невелик. Его спинномозговые центры находятся в боковых рогах только двух-трех крестцовых сегментов спинного мозга. Однако этот отдел участвует в образовании многих сплетений вегетативной нервной системы, иннервирующих органы брюшной полости и таза: нисходящую, сигмовидную и прямую кишки, матку, мочевого пузыря, а также другие органы малого таза.

Симпатическая и парасимпатическая нервные системы различаются как строением, так и функциональными свойствами. В симпатической нервной системе ганглии расположены в строгом порядке, образуя стволы, а в парасимпатической они находятся либо около органа, либо в его стенке.

Симпатическая и парасимпатическая нервные системы вызывают противоположные эффекты (см. таблицу).

Деятельность вегетативной нервной системы контролируется вышележащими отделами головного мозга.

5.3. Проводящие пути центральной нервной системы

При выполнении любых движений ведущую роль играет центральная нервная система. Двигательный аппарат, находясь под ее контролем, сам, в свою очередь, воздействует на нее. Разучивание любого движения и совершенствование его выполнения — это прежде всего тренировка нервной системы. Только благодаря нервной системе достигается та высокая согласованность движений, которая называется **координацией**. Анатомический субстрат координации составляют миллиарды нервных клеток центральной нервной системы и их отростки, образующие в совокупности проводящие пути головного и спинного мозга, а на периферии — нервы.

Проводящие пути центральной нервной системы представлены нервными волокнами, т. е. отростками нервных клеток, соединяющими отдельные скопления тел клеток. Проводя нервные импульсы от одних отделов центральной нервной системы к другим, эти пути обеспечивают связи между ними. В зависимости от расположения и функциональных особенностей нервных волокон в полушариях большого мозга проводящие пути делятся на ассоциативные, комиссуральные и проекционные.

Ассоциативные проводящие пути головного мозга соединяют различные участки коры одного и того же полушария. Они делятся на короткие и длинные. *Короткие пути* соединяют нейроны коры соседних извилин, *длинные* — нейроны более удаленных областей коры. В спинном мозге роль ассоциативных проводящих путей выполняют собственные пучки спинного мозга, соединяющие нейроны выше и ниже расположенных сегментов.

Комиссуральные проводящие пути соединяют симметричные участки мозга, а также входят в состав мозговых спаек. Наибольшая часть комиссуральных волокон образует мозолистое тело — наиболее крупную мозговую спайку. Передние волокна мозолистого тела осуществляют связь лобных долей полушарий, средние — теменных и височных, а задние — затылочных.

Действие вегетативной нервной системы

| Орган | Влияние отдела | |
|--|--|--|
| | симпатического | парасимпатического |
| Сердце | Учащает ритм и увеличивает силу сокращений | Замедляет ритм и уменьшает силу сокращений |
| Сосуды сердца | Расширяет | Сужает |
| Артерии | Сужает, повышает кровяное давление | Расширяет, понижает кровяное давление |
| Пищеварительный тракт | Замедляет перистальтику | Ускоряет перистальтику |
| Селезенка | Сокращает и изгоняет из нее кровь | Не влияет |
| Печень | Расслабляет желчные протоки и желчный пузырь, сужает сфинктер, что приводит к накоплению желчи | Сокращает желчные протоки и расслабляет сфинктер, что способствует выходу желчи из желчного пузыря |
| Почки | Сужает сосуды и уменьшает диурез | Не влияет |
| Мочевой пузырь | Расслабляет пузырь и сокращает сфинктер | Сокращает пузырь и расслабляет сфинктер |
| Потовые железы | Усиливает секрецию | Не влияет |
| Мышечные волокна радужной оболочки глаза | Расширяет зрачок | Сужает зрачок |
| Мышцы, поднимающие волосы | Сокращает (волосы поднимаются) | Расслабляет (волосы прилегают) |
| Мускулатура бронхов | Расширяет бронхи, облегчает дыхание | Сужает бронхи, затрудняет дыхание |

Проекционные проводящие пути соединяют кору полушарий большого мозга с нижележащими отделами головного мозга и со спинным мозгом, а через них — с различными органами тела. Различают *короткие* и *длинные проекционные проводящие пути*. Короткие проекционные пути соединяют кору полушарий с полосатым телом, таламусом, пластинкой крыши среднего мозга, ножками мозга, мозжечком, продолговатым мозгом и органами чувств; длинные — кору полушарий со спинным мозгом и через него — со всеми органами тела. Как среди коротких, так и среди длинных проекционных путей различают *чувствительные*, или афферентные, и *двигательные*, или эфферентные.

Короткие чувствительные проекционные пути включают зрительный, слуховой, вестибулярный, обонятельный и вкусовой. Все они являются проводящими путями соответствующих анализаторов, обеспечивая поступление нервных импульсов зрения, слуха, вкуса и статокINETического чувства в соответствующие подкорковые и корковые центры.

К коротким двигательным проекционным путям относятся корково-ядерные и корково-мозжечковый. Корково-ядерные пути соединяют пирамидные клетки двигательной зоны коры с двигательными ядрами черепных нервов. Эти пути обеспечивают передачу сознательных пусковых команд мышцам глазного яблока, жевательным и мимическим мышцам, мышцам гортани, глотки, языка и некоторым мышцам шеи. Корково-мозжечковый путь соединяет кору полушарий с мозжечком.

К длинным чувствительным проекционным путям относятся латеральный спинномозгово-таламический, тонкий и клиновидный пучки, задний и передний спинномозгово-мозжечковые пути.

Длинные двигательные проекционные пути включают латеральный и передний корково-спинномозговые, а также красноеядерно-спинномозговой пути.

Латеральный спинномозгово-таламический путь — это путь экстероцептивной чувствительности. Он приводит в корковый центр общей чувствительности импульсы боли и температуры. Рецепторы его находятся в коже.

Тонкий и клиновидный пучки являются проводящими путями сознательного мышечно-суставного (проприоцептивного) чувства и осознания. Тела нейронов лежат в спинномозговом узле. Периферические их отростки начинаются рецепторами, расположенными в органах движения — мышцах, сухожилиях, связках, суставах (проприоцепторы) и коже (экстероцепторы).

Задний спинномозгово-мозжечковый путь проводит импульсы бессознательного мышечно-суставного чувства, возникшие в рецепторах органов движения, к коре мозжечка. Тела нейронов этого пути расположены в спинномозговых узлах. Их периферические отростки начинаются рецепторами в мышцах, сухожилиях, связках и суставах.

Передний спинномозгово-мозжечковый путь во многом похож на задний. Он также проводит импульсы бессознательного мышечно-суставного чувства в мозжечок.

Проприоцептивные проводящие пути, несущие импульсы мышечно-суставного чувства и осязания, имеют очень важное значение в жизнедеятельности человека: дают возможность ориентироваться в пространстве, чувствовать свои позу и движения, получать поток информации о состоянии опорно-двигательного аппарата. Высокоразвитая проприоцептивная чувствительность предохраняет от травм, позволяет выполнять очень быстрые и точные дифференцированные движения.

Латеральный корково-спинномозговой путь проводит двигательные волевые импульсы от коры головного мозга через спинной мозг к мышцам туловища и конечностей. Аксоны моторных клеток, проходя в составе передних корешков спинномозговых нервов и их ветвей, несут двигательные волевые импульсы к скелетным мышцам.

Передний корково-спинномозговой путь во многом связан с латеральным. Он также проводит волевые двигательные импульсы от коры головного мозга через спинной мозг к скелетным мышцам туловища и конечностей.

Пирамидная система, к которой обычно относятся корковый двигательный центр и пирамидные проводящие пути, играет важнейшую роль в осуществлении произвольных движений. Она выполняет три функции:

- посылает двигательным нейронам спинного мозга сознательные посылы импульсы — команды к движениям;
- активизирует проведение нервных импульсов во вставочных нейронах спинного мозга;
- обеспечивает контроль за потоком чувствительных импульсов.

Экстрапирамидная система является филогенетически более ранним образованием, чем пирамидная. К ней относятся подкорковые двигательные центры и красная ядро-спинномозговой проводящий путь. Экстрапирамидная система регулирует уровень активности моторных клеток спинного мозга и тонус соответствующих скелетных мышц, а также играет большую роль в организации позотонических реакций организма.

Красноядерно-спинномозговой путь является двигательным путем экстрапирамидной системы. Он соединяет подкорковые двигательные центры и мозжечок с двигательными (моторными) клетками спинного мозга, а через них — со скелетными мышцами.

Следует подчеркнуть, что проводящие пути наряду с корой головного мозга, ядрами и подкорковыми центрами головного и спинного мозга являются материальным субстратом сложных врожденных (безусловных) и приобретенных (условных) рефлексов, которые обеспечивают нормальное существование всех функций нервной системы.

Тема 6. ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

6.1. Спинномозговые нервы

Образование и общий план ветвления спинномозговых нервов были рассмотрены при изучении спинного мозга. Задние ветви этих нервов смешанные: содержат волокна двигательные, идущие к мышцам, и чувствительные, ведущие к коже спины. Исключением является задняя ветвь 1-го шейного спинномозгового нерва — двигательный подзатылочный нерв, иннервирующий подзатылочные мышцы.

Передние ветви спинномозговых нервов образуют сплетения: шейное, плечевое, поясничное, крестцовое и копчиковое.

Шейное сплетение образовано передними ветвями верхних четырех шейных нервов. Большая часть ветвей шейного сплетения иннервирует кожу, но оно дает также ветви к поперечнополосатым мышцам.

Шейное сплетение соединено с добавочным, подъязычным и 5-м шейным нервами, а также с симпатической нервной системой.

К кожным (чувствительным) нервам шейного сплетения относятся:

- большой ушной, который огибает грудино-ключично-сосцевидную мышцу и идет по направлению к ушной раковине, участвуя в иннервации кожи этой области;
- малый затылочный, иннервирующий кожу в задневерхнем отделе шеи;
- поперечный шеи, который идет впереди, пересекая поперечно грудино-ключично-сосцевидную мышцу и иннервируя кожу в этой области.

Ветвью шейного сплетения является смешанный диафрагмальный нерв. Двигательные нервы шейного сплетения идут к глубоким и передним мышцам шеи, прикрепляющимся к подъязычной кости.

В образовании **плечевого сплетения** участвуют передние ветви четырех нижних шейных нервов (с 5-го по 8-й включительно), анастомозирующие с другими шейными и верхними грудными нервами. В этом сплетении, как и в других, имеются чувствительные и двигательные волокна, к которым присоединяются также симпатические.

Плечевое сплетение вместе с подключичной артерией проходит через промежуток между передней и средней лестничными мышцами непосредственно над 1-м ребром. Соответственно положению относительно ключицы различают надключичную и подключичную части плечевого сплетения.

К коротким ветвям плечевого сплетения относятся:

- дорсальный нерв лопатки, иннервирующий мышцы лопатки (ромбовидные, мышцу, поднимающую лопатку);
- длинный грудной нерв, иннервирующий переднюю зубчатую мышцу;
- надлопаточный нерв, идущий к надостной и подостной мышцам и плечевому суставу;
- подлопаточный нерв, иннервирующий подлопаточную и большую круглую мышцы;
- грудоспинной нерв, идущий книзу и несколько кзади и иннервирующий широчайшую мышцу спины;
- грудные медиальный и латеральный нервы, идущие кпереди и иннервирующие большую и малую грудные мышцы, а также кожу груди.

Наиболее массивным из коротких ветвей плечевого сплетения является подмышечный нерв, отходящий от подключичной части плечевого сплетения. Выйдя из подмышечной впадины через четырехстороннее отверстие, образованное подлопаточной мышцей, плечевой костью, большой круглой мышцей и длинной головной трехглавой мышцей плеча, этот нерв огибает сзади плечевую кость, проходит под дельтовидной мышцей и иннервирует ее, а также малую круглую мышцу.

Из плечевого сплетения образуются три нервных пучка: латеральный, медиальный и задний. От них отходят нервы свободной верхней конечности, среди которых наиболее крупными и длинными являются следующие.

Срединный нерв. Образуется из медиального и латерального пучков плечевого сплетения и идет рядом с плечевой артерией. Переходя на предплечье, срединный нерв проходит мышцу круглый пронатор и участвует в иннервации большинства мышц, расположенных на передней поверхности предплечья: круглого и квадратного пронаторов, лучевого сгибателя запястья, поверхностного и отчасти глубокого сги-

бателя пальцев, а также длинного сгибателя большого пальца и длинной ладонной мышцы. Через запястный канал срединный нерв проходит на кисть и иннервирует кожу и отчасти мышцы, расположенные со стороны большого пальца.

Лучевой нерв. Образуется из заднего пучка плечевого сплетения и направляется на заднюю поверхность плечевой кости. На плече этот нерв иннервирует трехглавую мышцу. Переходя на предплечье, лучевой нерв делится на две ветви — поверхностную и глубокую. Первая, более тонкая, спускается в дистальном направлении вдоль лучевой артерии и переходит на тыльную поверхность кисти. Вторая (в основном двигательная) ветвь направляется кзади, иннервируя мышцы-разгибатели кисти и пальцев, а также мышцу-супинатор и локтевую мышцу.

Локтевой нерв отходит от медиального пучка плечевого сплетения и спускается по медиальной поверхности плеча, огибая сзади медиальный надмыщелок плечевой кости, затем идет по борозде локтевого нерва, где прилежит непосредственно к этой кости. На предплечье локтевой нерв иннервирует мышцы, расположенные вдоль локтевой кости на ее ладонной поверхности. Переходя на кисть, он иннервирует большую часть глубоких мышц ладони, в частности межкостные и червеобразные мышцы, а также приводящую мышцу большого пальца. На тыльной поверхности кисти этот нерв иннервирует кожу ее локтевой половины.

Мышечно-кожный нерв идет от латерального пучка плечевого сплетения по направлению вперед. Проходя клювовидно-плечевую мышцу, он ложится между двуглавой и плечевой мышцами и иннервирует их. Мышечно-кожный нерв выходит на предплечье спереди и снаружи и продолжается в виде латерального кожного нерва предплечья.

Из остальных кожных нервов плечевого сплетения следует отметить медиальные кожные нервы плеча и предплечья, зона иннервации которых понятна из их названия.

Крупные ветви плечевого сплетения распределяются на свободной верхней конечности так: находящиеся на плече сгибатели предплечья — лучевой нерв, сгибатели кисти и пальцев — в основном срединный и отчасти локтевой нервы, разгибатели кисти и пальцев — лучевой нерв, локтевой сгибатель запястья и отчасти глубокий сгибатель пальцев — локтевой нерв.

Передние ветви грудных (межреберных) нервов, проходя в межреберных промежутках, иннервируют межреберные мышцы, кожу и плев-

ру. Шесть нижних межреберных нервов, выходя в область живота, играют очень важную роль в иннервации мышц брюшного пресса и кожи живота. Кроме того, эти нервы участвуют в иннервации диафрагмы.

Поясничное сплетение располагается позади большой поясничной мышцы и отчасти проходит через нее. Образуется поясничное сплетение передними ветвями верхних трех или четырех поясничных спинномозговых нервов. Кроме того, в его образовании участвует нижний межреберный нерв. Поясничное сплетение имеет много ветвей: короткие идут к прилежащим мышцам (большой и малой поясничным, квадратной мышце поясницы, подвздошной, отчасти к мышцам брюшного пресса), а длинные переходят на свободную нижнюю конечность, иннервируя на ней кожу и мышцы.

Рассмотрим основные ветви поясничного сплетения.

Подвздошно-подчревный нерв вместе с подвздошно-паховым проходит спереди, книзу и латерально. Оба эти нерва участвуют в иннервации кожи и мышц брюшной стенки (внутренней косой и поперечной мышц живота). Подвздошно-паховый нерв переходит также на кожу передней поверхности бедра и наружных половых органов.

Бедренно-половой нерв, сужаясь от передней поверхности большой поясничной мышцы, идет к наружным половым органам и коже бедра.

Бедренный нерв выходит на бедро под паховой связкой вместе с подвздошно-поясничной мышцей. Он дает большое количество кожных и мышечных ветвей, иннервируя мышцы передней поверхности бедра, в частности четырехглавую, а также кожу передней и медиальной поверхностей бедра. Наиболее длинной кожной ветвью является подкожный нерв. Вначале он идет вместе с бедренной артерией, а затем спускается по медиальной поверхности голени и переходит на медиальную поверхность стопы, доходя до большого пальца. Этот нерв является чувствительным.

Латеральный кожный нерв бедра проходит под паховой связкой, иннервируя кожу латеральной поверхности бедра.

Запирательный нерв идет по наружной стенке малого таза к запирательному каналу, пройдя через который разветвляется среди приводящих мышц бедра и иннервирует их. Он имеет также чувствительные волокна, иннервирующие небольшой участок кожи на медиальной поверхности бедра выше коленного сустава.

Крестцовое сплетение образуется передними ветвями полутора нижних поясничных и трех с половиной верхних крестцовых нервов и расположено на передней поверхности крестца. Ветви крестцового

сплетения иннервируют мышцы ягодичной области, а также в значительной степени кожу и мышцы свободной нижней конечности.

Рассмотрим ветви крестцового сплетения.

Верхний и нижний ягодичные нервы выходят из полости таза через большое седалищное отверстие, причем верхний выходит над грушевидной мышцей, а нижний — под ней. Верхний ягодичный нерв иннервирует среднюю и малую ягодичные мышцы, а нижний — также большую.

Задний кожный нерв бедра выходит из полости малого таза через отверстие под грушевидной мышцей и идет по задней поверхности бедра, иннервируя его кожу.

Седалищный нерв — наиболее крупный в теле человека. Он выходит из полости малого таза через отверстие под грушевидной мышцей и идет по задней поверхности бедра глубоко в борозде между двуглавой мышцей бедра (снаружи) и полуперепончатой и полусухожильной мышцами (внутри). От седалищного нерва отходят двигательные ветви к этим мышцам. У верхнего угла подколенной ямки седалищный нерв делится на две крупные ветви — большеберцовый и малоберцовый нервы.

Большеберцовый нерв проходит в подколенной ямке и переходит на голень, иннервируя трехглавую мышцу голени, заднюю большеберцовую мышцу, длинный сгибатель большого пальца и длинный сгибатель пальцев. Обогнув сзади медиальную лодыжку, большеберцовый нерв переходит на подошвенную сторону стопы, где делится на две ветви — латеральный и медиальный подошвенные нервы, иннервирующие кожу и мышцы подошвы.

Общий малоберцовый нерв проходит по латеральному краю подколенной ямки, огибает снаружи и снизу головку малоберцовой кости и делится на два нерва — малоберцовые поверхностный и глубокий.

Поверхностный малоберцовый нерв проходит по латеральной поверхности голени, иннервируя малоберцовые мышцы. Переходя на тыльную поверхность стопы, он разветвляется в коже, являясь здесь только чувствительным нервом.

Глубокий малоберцовый нерв проходит среди передней группы мышц голени и иннервирует их (переднюю большеберцовую мышцу и длинные разгибатели пальцев). Как и поверхностный нерв, он переходит на тыльную поверхность стопы, где иннервирует мышцы стопы (тыльные) и лишь в области обращенных друг к другу поверхностей 1-го и 2-го пальцев стопы — кожу.

Большеберцовый и общий малоберцовый нервы взаимно анастомозируют, образуя иннервирующий кожу икроножный нерв, который идет по задней поверхности голени, огибает латеральную лодыжку и переходит на тыл стопы в виде латерального тыльного кожного нерва.

К *ветвям* крестцового сплетения относится также *половой нерв*. Он проходит через большое седалищное отверстие, иннервирует кожу и мышцы промежности, а также наружные половые органы, а внутри малого таза дает ветви к прямой кишке, мочевому пузырю, влагалищу и матке.

Копчиковое сплетение образовано 5-м крестцовым и копчиковым нервами. Его ветви иннервируют копчиковые мышцы и кожу области копчика.

Тема 7. ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ О ФИЗИОЛОГИИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

7.1. Типы высшей нервной деятельности

Тип высшей нервной деятельности человека — это соединение врожденных и индивидуально приобретенных особенностей процессов возбуждения и торможения. Тип высшей нервной деятельности определяет различия в поведении и отношении организма к одним и тем же воздействиям внешней среды; формируется в результате взаимодействия организма с окружающей средой.

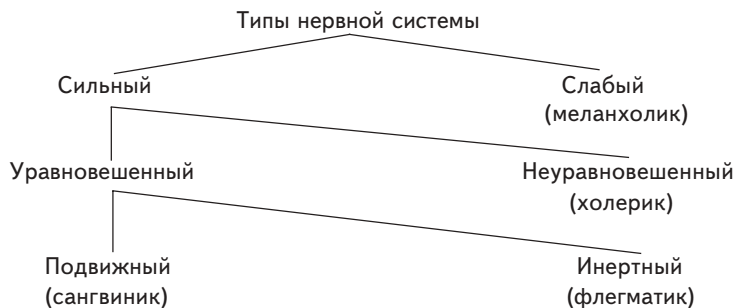
В основе систематизации типов лежат главные особенности процессов возбуждения и торможения, которые характеризуют функциональные свойства нервных клеток. Таких особенностей три: сила нервных процессов, их уравновешенность и подвижность. Сила нервного процесса — это свойство нервных клеток сохранять нормальную работоспособность при значительном напряжении возбудительного и тормозного процессов. Она характеризует работоспособность нервных клеток коры. Уравновешенность процессов возбуждения и торможения — это соотношение их силы: они могут быть в состоянии равновесия (сила возбуждения соответствует силе торможения) или один из них может преобладать над другим. Подвижность нервных процессов

характеризуется схожестью их возникновения, а также быстротой перехода процесса возбуждения в процесс торможения, и наоборот.

По силе процессов возбуждения и торможения различают два типа высшей нервной системы — сильный и слабый (см. рисунок). Слабый тип не обладает способностью развивать сильные возбудительный и тормозной процессы (оценивается сила процесса внутреннего торможения). Нервные клетки быстро утомляются и очень легко тормозятся. Поэтому у организма со слабым типом особенно легко возникает запредельное торможение, охватывая обширные области коры больших полушарий. Положительные условные рефлексы формируются медленно, и они неустойчивы, тормозные же рефлексы устойчивы.

Слабый тип может быть уравновешенным и неуравновешенным.

Сильный неуравновешенный (безудержный) тип нервной системы характеризуется способностью корковых клеток к сильным процессам возбуждения и торможения. Положительные условные рефлексы формируются быстро, а торможение — медленно.



Сильный уравновешенный тип бывает инертный и подвижный.

Сильный уравновешенный инертный тип не способен быстро менять состояние своих нервных клеток, т. е. возбуждение на торможение. У представителей этого типа как положительные, так и тормозные условные рефлексы вырабатываются медленно, трудно поддаются перестройке.

Сильный уравновешенный подвижный тип способен быстро менять один процесс на другой. Положительные и тормозные условные рефлексы вырабатываются быстро.

Существуют три частных типа высшей нервной деятельности человека — средний, художественный и мыслительный.

Для среднего типа характерно одинаковое участие первой и второй сигнальных систем.

У художественного типа преобладает первая сигнальная система. Относящиеся к этому типу люди отличаются конкретно-образным, предметным мышлением.

У мыслительного типа преобладает вторая сигнальная система, выражена способность к абстрактному мышлению.

В заключение следует отметить, что тип высшей нервной деятельности в значительной степени зависит от социальной среды, в которой человек находится.

7.2. Понятие о второй сигнальной системе

Высшая нервная деятельность человека принципиально отличается от таковой у животных. Это отличие возникло благодаря труду и членораздельной речи.

Слово для человека приобрело значение сигнала и *составило* специфически человеческую *вторую сигнальную систему*. Слово стало таким же условным раздражителем, как и все другие, составляющие нервную сигнальную систему. Однако оно отличается от них.

У человека условнорефлекторные связи образуются как на непосредственные (предметные) сигналы, так и на словесные. Слово заменяет все внешние раздражители, а также раздражители, идущие из внутренней среды организма, — оно становится сигналом каждого из них.

Речь значительно повысила способность мозга человека отражать действительность и обеспечила высшие формы анализа и синтеза.

Сигнализируя о том или ином предмете, слово выделяет его из группы других. Это аналитическая функция слова. В то же время слово как раздражитель имеет для человека и обобщающее значение. Это проявление его синтетической функции. Слово воспринимается не как звук, а как понятие. Человек воспринимает его смысловое значение.

Вторая сигнальная система значительно расширила приспособительные возможности человека. “Через первую сигнальную систему организм приспособляется к среде, через вторую он становится ее хозяином”, — говорил И. П. Павлов.

Деятельность как первой, так и второй сигнальной системы осуществляется по одним законам — по механизму условного рефлекса. Обе сигнальные системы взаимодействуют и функционируют как единое целое.

Память. Условные рефлексы образуются благодаря особому свойству мозга — памяти. Память — это процесс сохранения образовавшихся в процессе обучения временных связей. Различают два вида памяти — *кратковременную* и *долговременную*. В начальной стадии обучения фиксация его результатов происходит в кратковременной памяти. Этот процесс длится около одного часа. Затем эти результаты передаются в долговременную память, что позволяет отобрать для запоминания только необходимые сведения, имеющие жизненно важное значение, и отсеять случайную информацию.

Механизм памяти. В основе кратковременной памяти лежит циркуляция нервных импульсов по замкнутым кругам, образованным цепями нейронов. В процессе обучения (выработки условного рефлекса) нервные импульсы неоднократно проходят по одним и тем же нервным путям (кругам), оставляя в них след. Это облегчает проведение последующих импульсов. На стадии кратковременной памяти любые возмущающие воздействия могут стать причиной их нарушения.

Материальной основой долговременной памяти являются различные структурные изменения в образующих замкнутые круги нейронах, вызванные электрохимическими процессами, связанными с их возбуждением.

В процессе памяти большую роль играют височные доли больших полушарий головного мозга. Поражение этого отдела мозга приводит к нарушению памяти.

Типы памяти. Различают память *зрительную*, *слуховую*, *осязательную*, *двигательную* (или моторную) и *смешанную* — в зависимости от того, какой из анализаторов играет в этом процессе главную роль. Особый вид зрительно-образной памяти заключается в способности сохранять живой, наглядный образ предмета продолжительное время после исчезновения его из поля зрения. Этот вид памяти наиболее часто встречается у детей и художников.

Нарушение памяти. Нарушение запечатлевания новой информации при сохранении способности к воспроизведению уже имеющихся сведений возникает, в частности, в результате хронического алкогольного отравления.

Физиология сна. Сон — это периодически возникающее физиологическое состояние организма человека. Внешне оно характеризуется обездвиженностью и отключением от раздражителей внешнего мира. Наступление сна связано с угнетением восходящих влияний ретикулярной формации, активизирующих высшие отделы головного

мозга. В основе сна лежит возникновение и развитие торможения, которое по природе может быть безусловным или условным.

Сон — это не просто отдых. Во время сна в высших отделах головного мозга обрабатывается информация, поступившая за период бодрствования: анализируется, оценивается, необходимая часть переводится в долговременную память; формируются новые программы поведения.

В состоянии сна различные функции организма изменяются. Наиболее характерно падение тонуса скелетной мускулатуры. Замедляются дыхание и сердечные сокращения, понижается кровяное давление.

Роль сна чрезвычайно велика. Он создает оптимальные условия для деятельности головного мозга и предотвращает его перенапряжение. Длительная бессонница приводит к смерти.

Продолжительность сна с возрастом изменяется. Новорожденный спит около 22 ч в сутки, трехмесячный ребенок — 18 ч, ребенок в возрасте четырех лет — 12 ч, начиная с 17–19 лет продолжительность сна составляет 8–9 ч.

7.3. Аналитаторный аппарат

Развитие органов чувств. Жизнедеятельность организма в значительной степени зависит от окружающей его среды. Чтобы приспособиться к ней, выжить, он должен постоянно изучать информацию о состоянии условий внешней и внутренней сред, а также о величине и направленности их изменений. Раздражения, действующие на организм извне и возникающие в нем самом, воспринимают специальные физиологические аппараты — органы чувств. Уже первые живые организмы обладали раздражимостью, т. е. примитивной чувствительностью, которая позволяла им воспринимать раздражения и отвечать на них определенными физиологическими эффектами. Это свойство было присуще всей поверхности тела (клетки). Организмы не могли самостоятельно передвигаться. Окружающая среда была относительно постоянной, поэтому даже такая примитивная чувствительность обеспечивала их выживание в таких условиях.

Развитие органов чувств тесно связано с движением. Приобретение способности к самостоятельному передвижению усложнило процесс приспособления организмов во внешней среде. Перемещение в новые места обитания было связано с частыми и значительными изменениями привычных условий жизни. Чтобы приспособиться к ним,

одной чувствительности мало, нужно было иметь специальные физиологические аппараты, быстро и тонко улавливающие эти изменения. В процессе эволюции возникают специализированные органы чувств, воспринимающие только определенные раздражения — световые, звуковые, химические и др. При этом совершенствуется способность органов чувств к тончайшему расчленению раздражения на элементы. Особенно высокого развития эта способность достигла у человека в процессе его общественно-трудовой деятельности. Двигательный аппарат человека приспособлен к движению в определенном направлении. В этой связи особое значение приобрел головной (передний) отдел тела, поскольку именно он первым реагировал на новые условия. Поэтому большинство органов чувств постепенно сосредоточились в нем.

Таким образом, развитие органов чувств характеризуется, во-первых, их дифференциацией; во-вторых, сосредоточением в головном (переднем) отделе тела; в-третьих, координацией их деятельности с движениями.

Органы чувств обеспечивают постоянный приток раздражений в центральную нервную систему. Организм может существовать только при постоянном поступлении определенного количества раздражений. У человека при отсутствии раздражений, например в случае поражения большинства органов чувств, нарушается способность концентрировать внимание, логически мыслить, решать умственные задачи; при этом у него возникают галлюцинации, а иногда сильная сонливость.

Рецептор **слухового анализатора** представлен наружным, средним и внутренним ухом.

Наружное ухо состоит из ушной раковины и слухового прохода. Оно выполняет роль звукопроводящего прибора и обеспечивает определение направления источника звука.

Среднее ухо состоит из барабанной полости вместимостью до 1 мл, расположенной внутри височной кости. От наружного уха среднее отделяется барабанной перепонкой, а от внутреннего уха — внутренней перепонкой. Последняя имеет два отверстия — круглое и овальное, затянутые мембранами. Полость среднего уха сообщается с полостью рта с помощью евстахиевой трубы. *Евстахиева труба* служит для выравнивания внутреннего и внешнего давлений. Если возникает разность давлений, то нарушается острота слуха, а если разность давлений окажется очень большой, то барабанная перепонка лопнет. Чтобы этого не произошло, необходимо открыть рот и сделать несколько глотательных движений. В барабанной полости находятся

слуховые косточки — *молоточек, наковальня и стремечко*. Они соединены между собой, с барабанной перепонкой и мембраной овального окна. Рукоятка молоточка прилегает к барабанной перепонке. К головке молоточка прикреплена наковальня, один из отростков которой соединен с головкой стремечка. Стремечко своим основанием опирается в мембрану овального окна.

Среднее ухо проводит звук во внутреннее ухо, где расположен главный слуховой рецептор, и регулирует чувствительность слуха.

Внутреннее ухо размещено в пирамиде височной кости. Оно общено со средним ухом через овальное и круглое окна. Во внутреннем ухе находятся *преддверие лабиринта, полукружные каналы и улитка*. Воспринимает звук улитка; преддверие лабиринта и полукружные каналы являются органами равновесия.

Улитка представляет собой ряд спиральных ходов в пирамиде височной кости. У человека улитка имеет 2,75 завитка, которые состоят из двух стенок — внутренних перепончатых и наружных костных.

Пространство между стенками костного и перепончатого лабиринтов заполнено особой жидкостью, которая называется *перилимфой*. Внутри перепончатого лабиринта находится *эндолимфа*. В канале улитки расположена основная мембрана, на которой находится рецептор звука — *кортиева орган*. Он состоит из множества волокон, напоминающих струны, и является рецептором звуковых раздражений.

Механизм восприятия звука. Воздушные волны через наружный слуховой проход достигают барабанной перепонки и вызывают ее колебания. Колебания барабанной перепонки через слуховые косточки передаются мембране овального окна. При этом слуховые косточки уменьшают амплитуду колебаний мембраны овального окна и одновременно увеличивают силу давления на нее. Колебания мембраны овального окна повторяют колебания барабанной перепонки, однако их амплитуда становится значительно меньше, а сила давления на мембрану возрастает. Это обстоятельство имеет важное значение. Поскольку сила давления на мембрану овального окна увеличивается почти в 50 раз, то даже слабые звуковые волны, действующие на мембранную перепонку, достигают мембраны овального окна и вызывают ее колебания. Это и обуславливает остроту слуха.

Колебания мембраны овального окна передаются перилимфе, а ее колебания — эндолимфе. Эндолимфа своими колебаниями вызывает движения волосков кортиева органа, раздражающих чувствительные

окончания слухового нерва и вызывающих волну возбуждения. Волна возбуждения поступает в мозговую отдел слухового анализатора и вызывает звуковое ощущение.

Восприятие звуков разной высоты основано на явлении *резонанса* (от лат. *resonans* — дающий отзвук). В соответствии с законами резонанса большую роль в восприятии звуков играет длина столба жидкости (перилимфы и эндолимфы), вовлекаемого в колебания мембраной овального окна. Чем выше звук, т. е. чем больше частота воспринимаемых ухом колебаний, тем меньше длина колеблющегося столба жидкости в каналах улитки, и наоборот. Каждой высоте звука соответствует особый характер колебаний столба жидкости в улитке. Низкие тоны вызывают колебания всего столба жидкости, средние — у основания и в средней части улитки, а высокие — только у основания. Это и обуславливает разную интенсивность колебаний основной мембраны, что, в свою очередь, возбуждает разные рецепторы. Таким образом, каждой высоте звука соответствует определенный характер колебаний столба жидкости в улитке.

Основные показатели функций слухового анализатора. Ухо человека способно воспринимать различные по высоте и громкости **звуки**. По высоте звуки делятся на *высокие* и *низкие*. Высота звука зависит от частоты колебаний воздуха. Низкие звуки имеют малую частоту колебаний, высокие — большую. Частота колебаний воздуха измеряется в герцах. Ухо человека воспринимает звуки с частотой колебаний 16—20000 Гц. Максимальная чувствительность отмечена в диапазоне 1000—3000 Гц. Ниже и выше указанных границ чувствительность слуха резко уменьшается. В обычной речи используются звуки с частотой колебаний 150—2500 Гц. Верхняя граница воспринимаемых звуков зависит от возраста. В старости она понижается. У детей верхняя граница несколько выше, чем у взрослых, и достигает приблизительно 22000 Гц. У большинства животных верхняя граница слуха выше, чем у человека.

Громкость звука измеряется в беллах. В практике применяют другую единицу — децибел (дБ). Человек воспринимает звуки громкостью 1—140 дБ. Так, шелест листьев на ветру имеет громкость, приблизительно равную 10 дБ, бой часов — 30 дБ, уличный шум — 70 дБ, шум реактивного самолета — 150 дБ. Громкость звука 120 дБ считается болевым порогом; громкость более 120 дБ вызывает болевые ощущения, а более 180 дБ — смертельна для человека.

Адаптация уха. Если на ухо человека долго действовать звуком большой высоты и громкости, чувствительность слуха снижается. Чем больше сила действующего звука, тем ниже слуховая чувствительность. Это проявление адаптации уха, выражающееся в снижении его чувствительности. В возникновении адаптации уха играют роль уровень настройки рецепторного аппарата и влияние ретикулярной формации среднего мозга через нервные волокна, передающие импульсы к улитке и слуховым нейронам.

Двигательный анализатор имеет для организма очень важное значение: с его помощью человек ориентируется во времени и пространстве. Особенно велика его роль в спортивной деятельности. Чтобы в совершенстве выполнять то или иное спортивное упражнение, необходимо постоянно получать точную информацию о деятельности мышц, состоянии сухожилий, суставов и связок. Получение этой информации и обеспечивает двигательный анализатор.

Двигательный анализатор, как и другие анализаторы, состоит из трех отделов — *периферического, проводникового и коркового*.

Периферический отдел представлен тремя видами рецепторов, относящихся к механорецепторам. Одни рецепторы, называемые мышечными веретенами, расположены в мышцах параллельно ходу мышечных волокон. Они представляют собой группу тонких поперечнополосатых мышечных волокон. Каждое волокно состоит из ядерной сумки и двух способных к сокращению участков. Одним концом волокно прикрепляется к обычному мышечному волокну, а другим — к сухожилию этой мышцы. Собственно рецепторы мышечных веретен расположены в ядерной сумке. При растяжении или расслаблении мышцы мышечные веретена также растягиваются или расслабляются. В случае их растяжения в рецепторах, расположенных в ядерной сумке, возникают импульсы, которые, поступая в центральную нервную систему, сигнализируют о растяжении мышцы. При сокращении мышцы мышечные веретена не растягиваются и импульсация прекращается. Таким образом, мышечные веретена при удлинении (растяжении или расслаблении) мышцы возбуждаются и сигнализируют об этом в центральную нервную систему.

В периферическом отделе имеются также рецепторы, называемые тельцами Гольджи. Они находятся в сухожилиях мышц. При сокращении мышцы эти рецепторы растягиваются. При этом в них возникают нервные импульсы, которые поступают в центральную нервную систему и сигнализируют о сокращении мышцы.

Таким образом, мышечные веретена и тельца Гольджи передают информацию в центральную нервную систему о сокращении скелетных мышц. Импульсы от мышечных веретен способствуют возникновению рефлекторной реакции данной мышцы и тормозят сокращение мышцы-антагониста. Импульсы от телец Гольджи вызывают противоположный эффект.

Третий вид рецепторов двигательного анализатора — тельца Паччини, расположенные в фасциях мышцы, в суставах и сухожилиях. Эти рецепторы возбуждаются при сокращении мышцы и передают импульсы об этом в центральную нервную систему.

Рецепторам двигательного анализатора свойственна очень низкая способность к адаптации. Это способствует тому, что центральная нервная система постоянно получает информацию о состоянии скелетной мускулатуры и может непрерывно регулировать различные двигательные акты.

Проводниковый отдел двигательного анализатора представлен нервными волокнами, идущими от его рецепторов в центральную нервную систему.

Корковый отдел двигательного анализатора находится в передней центральной извилине коры больших полушарий головного мозга.

Чувствительность рецепторов двигательного анализатора может изменяться. Так, у спортсменов под влиянием тренировки наступает их сенсбилизация, т. е. снижается абсолютный порог чувствительности. Это проявляется в более высокой точности движений.

Восприятие времени. Все живые организмы обладают способностью ориентироваться во времени, т. е. отмерять и оценивать временные интервалы различной длительности. Животные могут ориентироваться во времени с точностью до секунды. У человека также развита способность воспринимать время. Некоторые люди с поразительной точностью определяют длительность многочасового отрезка времени даже при отсутствии каких бы то ни было внешних указателей. Так, человек просыпается в точно назначенное накануне время без помощи будильника, ошибка при этом не превышает нескольких минут.

Способность точно воспринимать время имеет огромное значение в жизни людей. Водителям, пилотам, педагогам, музыкантам необходимо хорошо развитое чувство времени. Большое значение оно имеет и в спортивной деятельности. Так, гимнаст должен уметь точно рассчитывать время, отведенное на выполнение комбинации, и скорость собственных движений, чтобы уложиться во временной норматив. В дру-

гих видах спорта (спортивные игры, горнолыжный спорт, различные единоборства) деятельность спортсмена протекает в условиях дефицита времени. Так, хоккеист или боксер лишены возможности долго обдумывать свои действия. Они должны быстро принять решение и так же быстро реализовать его, предупредив тем самым действия соперника или опередив его. А для этого нужно уметь точно оценивать время и правильно рассчитывать свои действия.

У человека нет специального анализатора времени. Согласно современным представлениям восприятие времени у человека осуществляется с помощью целого ряда анализаторов, объединяющихся в своего рода специальную систему, которая действует как единое целое. В эту систему входят и глаз, и ухо, и двигательный, и тактильный, и интероцептивный анализаторы. Состав данной системы непостоянен и зависит от условий и характера временных ощущений. Ведущая роль в восприятии времени принадлежит двигательному анализатору, мышечно-сосудистым ощущениям, возникающим при движении, а также слуховому анализатору.

В основе восприятия времени лежит периодичность изменений различных физиологических функций. Субъективный отсчет времени вырабатывается на основе циклов жизнедеятельности целостного организма, которые происходят в течение суток.

На субъективный отсчет времени человеком влияют различные факторы. В экспериментальных условиях при сильных эмоциональных напряжениях субъективная оценка изменяется. Так, состояние страха приводит к переоценке временных интервалов — секунды могут казаться минутами.

Субъективная оценка временного интервала зависит также от того, как он заполнен. Если какой-то период времени заполнен интересным трудом, развлечением или переживанием, то он недооценивается: прошло несколько часов, а человеку кажется, что значительно меньше. Если отрезок времени прошел скучно, то он переоценивается: минуты кажутся часами.

Путем тренировки можно значительно повысить точность субъективной оценки временных интервалов.

У детей способность оценивать временные интервалы приобретает с возрастом, по мере накопления жизненного опыта. Этому способствуют систематические занятия физическими упражнениями, поскольку именно двигательный анализатор играет главную роль в восприятии времени.

Вестибулярный анализатор передает в центральную нервную систему информацию о положении тела в пространстве. Возникающие благодаря этому рефлексы способствуют сохранению равновесия тела.

Вестибулярный анализатор состоит из рецепторов, проводниковой части и мозгового отдела.

Рецепторы вестибулярного анализатора расположены в полости внутреннего уха. К ним относятся преддверие и полукружные каналы, являющиеся механорецепторами.

В преддверии имеются две полости, заполненные эндолимфой, — мешочек и маточка. На дне маточки и внутренней стенке мешочка расположено специальное чувствительное образование — *отолитовый аппарат*. Он состоит из рецепторных волосковых клеток и особой студенистой отолитовой мембраны, образованной кристаллами карбоната и фосфата кальция. При обычном положении головы отолитовая мембрана действует на волосковые клетки с определенной силой и в определенном направлении. С изменением положения сила и направление действия отолитовой мембраны на волосковые клетки изменяются, что служит сигналом изменения положения головы или тела в пространстве. В ответ происходит рефлекторное изменение тонуса различных групп мышц, возвращающих голову в нормальное положение. Таким образом отолитовый аппарат реагирует на изменения положения головы.

Три полукружных канала расположены в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Они заполнены эндолимфой. Конец каждого канала около места соединения с преддверием образует расширение — *ампулу*. В ампулах расположены специальные рецепторные клетки, снабженные пучком волосков. Каждый пучок состоит из 50—80 волосков и покрыт желеобразным колпачком — *купулой*. Повороты и наклоны головы вызывают движение эндолимфы в полукружных каналах. В свою очередь, эндолимфа, двигаясь, смещает купулу, что вызывает возбуждение рецепторов. Таким образом рецепторы полукружных каналов реагируют на вращательные движения головы.

Рецепторы вестибулярного анализатора передают в центральную нервную систему следующую информацию: о положении головы относительно земной поверхности, о направлении и величине ускорения при прямолинейном и вращательном движениях головы, о вибрации тела.

Импульсы от рецепторов вестибулярного анализатора передаются в центральную нервную систему по вестибулярному нерву, который в составе слухового нерва проходит в продолговатый мозг.

Вестибулярный анализатор функционально связан с мозжечком, регулирующим его деятельность.

Корковый отдел вестибулярного анализатора расположен в височной области коры больших полушарий головного мозга.

Возбуждение рецепторов вестибулярного анализатора сопровождается целым рядом рефлекторных реакций. Условно их можно разделить на три группы.

Вестибуломоторные рефлексы проявляются в тонических рефлекторных движениях. Это движения глаз и головы при вращениях — так называемый лифтный рефлекс. При подъеме и спуске в кабине лифта у человека возникают тонические движения. В начале подъема и при окончании спуска ноги, шея и туловище сгибаются, а в начале спуска и при окончании подъема — разгибаются. Причиной изменения тонуса сгибателей и разгибателей является раздражение отолитового аппарата. Начало подъема и конец спуска сопровождаются увеличением давления отолитовой мембраны-маточки на рецепторы. При этом рефлекторно повышается тонус сгибателей конечностей, шеи и туловища и понижается тонус разгибателей. В начале спуска и при окончании подъема все происходит наоборот.

Вестибуловегетативные рефлексы выражаются в изменении частоты сердечных сокращений, в усилении движений кишечника и желудка, в рвоте и т. д.

Вестибулосенсорная реакция проявляется в головокружении, нарушении ориентировки.

Устойчивость вестибулярного аппарата к сильному или длительному раздражению у разных людей различна. Один человек легко переносит сильную качку на корабле, а другого укачивает даже при езде в автобусе. При сильном раздражении (перераздражении) рецепторов вестибулярного аппарата могут наступить болезненные состояния, например “морская” и “летная” болезни.

Устойчивость вестибулярного аппарата имеет большое значение для космонавтов, летчиков, моряков, при занятии такими видами спорта, как акробатика, спортивная гимнастика, прыжки на лыжах с трамплина, прыжки в воду, и другими, требующими хорошей ориентировки в пространстве при различных положениях тела.

Перевозбуждение вестибулярного аппарата ухудшает мышечную

координацию, затрудняет формирование новых двигательных навыков, снижает чувство равновесия, изменяет работу внутренних органов: нарушаются сердечная деятельность и дыхание, возникают потоотделение, рвота. В этом состоянии у человека ослабевает способность различать цвета, причем особенно ухудшается восприятие красного цвета. Предварительная адаптация человека к красному цвету повышает устойчивость к укачиванию, а к синему — ускоряет развитие укачивания.

Необходимо повышать устойчивость вестибулярного аппарата. Этому способствуют физические упражнения — всевозможные быстрые повороты и вращения туловища и головы, кувырки, вращения на коньках, фигурное катание на коньках, прыжки на лыжах с трамплина и т. д. Разработаны специальные комплексы упражнений как избирательного воздействия (либо на рецепторы полукружных каналов, либо на отолитовый аппарат), так и комбинированного, т. е. на те и другие одновременно.

Существуют комплексы упражнений комбинированного воздействия: серии кувырков в сочетании с прыжками и поворотами вокруг вертикальной оси; прыжки на двух ногах с одновременным поворотом (налево и направо) на 180 или 360°; прыжки на батуте с поворотами; активные и пассивные вращения на кольцах.

Кожный анализатор объединяет несколько видов чувствительности.

Болевая чувствительность. Болевые раздражения воспринимаются свободными окончаниями болевых нервных волокон, расположенных в коже и внутренних органах. На 1 см² кожи находится до 100 таких окончаний, называемых *ноцицепторами*. Они отличаются тем, что не имеют адекватных раздражителей. Болевое ощущение возникает при действии любого раздражения очень большой силы. Боль — это специфическое ощущение с ярко выраженной эмоциональной окраской. Болевое ощущение сигнализирует об опасности для организма и вызывает проявление оборонительных рефлексов. В этом ее важное биологическое значение.

Возбуждение от ноцицепторов передается в центральную нервную систему по нервным волокнам преимущественно группы С, которые характеризуются низкой скоростью проведения возбуждения.

Мозговой отдел болевой чувствительности расположен в зрительных буграх коры больших полушарий головного мозга.

Для ноцицепторов характерна крайне низкая способность к адаптации.

Чувствительность к боли у разных людей различна. У одних людей в обычном состоянии, а у других при различных заболеваниях наблюдается повышенная чувствительность к боли — так называемая *гипералгезия*. Чаще других отмечается повышенная чувствительность к термическим воздействиям. Очень редко встречаются люди, почти не ощущающие боли и не реагирующие на болевые раздражения. Пониженная болевая чувствительность называется *гипоалгезией*.

Температурная чувствительность. Температурная чувствительность играет большую роль в поддержании постоянства температуры тела. Благодаря ей организм получает сведения о температуре внешней среды и ее изменениях. Эта информация помогает системе терморегуляции, изменяя теплоотдачу и теплопродукцию, сохранять термостабильное состояние организма.

Температурные раздражения воспринимают терморецепторы. Они расположены в коже и слизистых оболочках. Различают холодовые и тепловые *терморецепторы*. *Холодовые* терморецепторы — колбочки Краузе — расположены в коже на глубине 0,17 мм и воспринимают воздействие холода. *Тепловые* терморецепторы — тельца Руффины — также расположены в коже на глубине 0,3 мм и воспринимают воздействие тепла. Холодовых рецепторов в организме насчитывается около 250 тыс., а тепловых — лишь 30 тыс. Функции терморецепторов могут выполнять также голые окончания афферентных нервных волокон.

Терморецепторы воспринимают не абсолютные значения температуры, а ее колебания: холодовые рецепторы реагируют на понижение температуры, а тепловые — на ее повышение. Раздражителем служит температура кожи.

Особенность терморецепторов состоит в том, что они реагируют не только на адекватные, но и на неадекватные раздражители. Холодовые рецепторы могут возбуждаться при действии тепла. Так, при погружении в горячую ванну у человека в первый момент может возникнуть ощущение холода. Это объясняется различной глубиной залегания терморецепторов в коже (холодовые — поверхностно, а тепловые — в более высоких слоях).

Импульсы от терморецепторов проводятся по тонким миелиновым нервным волокнам.

Центр температурной чувствительности расположен в задней извилине коры больших полушарий головного мозга.

Температурная чувствительность у разных людей различна. У некоторых людей отмечается повышенная чувствительность к температурным воздействиям. Так, температура +40 °С вызывает иногда сильное болевое ощущение, так же как и воздействие температуры +10 ... 15 °С. Интенсивность температурных ощущений зависит от места воздействия раздражителя, площади поверхности тела, подвергаемой этому воздействию, и от температуры окружающей среды.

Терморецепторы способны быстро адаптироваться. Эта их способность лежит в основе закаливания.

Тактильная чувствительность. Тактильные рецепторы (их называют еще рецепторами прикосновения и давления) расположены в коже и слизистых оболочках.

Рецепторами прикосновения служат мейснеровы тельца и меркелевы диски. *Мейснеровы тельца* расположены в кожных сосудах. *Меркелевы диски* находятся в коже, особенно много их в коже кончиков пальцев и на губах.

Давление и вибрации воспринимают *тельца Пачини*. Под влиянием раздражения они растягиваются, и в результате возникает нервный импульс.

Импульсы от тактильных рецепторов передаются по толстым миелиновым волокнам.

Мозговой отдел тактильной чувствительности расположен в задней центральной извилине коры больших полушарий головного мозга.

Чувствительность отдельных участков кожи различна.

Наиболее чувствительны губы, язык и кожа носа. Наименьшая чувствительность отмечается на коже спины и живота, а также на подошвах стоп. Порог раздражимости наиболее чувствительных участков кожи равен 50 мг, а наименее чувствительных — 10 г.

Тактильные рецепторы очень быстро адаптируются. Наиболее быстро адаптируются тельца Пачини (рецепторы давления и вибрации).

Функция **обонятельного анализатора** заключается в восприятии запахов. Он относится к дистантным анализаторам. Его рецепторы представлены обонятельными клетками, расположенными в желтом эпителии носовой раковины. Общая площадь обонятельного анализатора — 5 см².

Обонятельные клетки — это биполярные нейроны, покрытые ресничками. У человека их насчитывается около 60 млн. Реснички этих клеток активно двигаются, увеличивая возможность их соприкосновения с молекулами пахучих веществ.

Чувствительность обонятельного анализатора очень высока. Так, порог абсолютной чувствительности для запаха ванилина — $0,0005 \text{ мг/м}^3$. Интенсивность обонятельного ощущения зависит от химической природы пахучего вещества, его концентрации в воздухе, скорости тока воздуха через нос и функционального состояния обонятельных клеток.

Импульсы от обонятельных клеток поступают в центральную нервную систему через *обонятельный тракт*.

Мозговой отдел обонятельного анализатора находится в обонятельной зоне больших полушарий.

Обонятельные ощущения возникают только при соприкосновении молекул пахучих веществ с обонятельными клетками. В настоящее время выдвинуто несколько гипотез, объясняющих механизм восприятия запахов. Так, стереохимическая гипотеза объясняет восприятие запахов совпадением формы и размеров молекул того или иного пахучего вещества с формой и размерами специальных лунок на мембране обонятельных клеток. Согласно этой гипотезе формы и размеры молекул конкретного пахучего вещества подходят к форме и размерам лунки так же, как ключ подходит к замку: к каждому замку — свой ключ, к каждой лунке — свой запах.

Обонятельный анализатор быстро адаптируется, т. е. человек быстро привыкает к запаху и перестает его ощущать. Адаптация ускоряется, если пахучее вещество действует непрерывно. Скорость адаптации и степень чувствительности обонятельного анализатора регулируются симпатическими нервами.

Рецепторами **вкусового анализатора** являются *вкусовые луковички*. Они относятся к контактным хеморецепторам. У человека вкусовые луковички расположены на сосочках языка, а также в слизистой оболочке неба, глотки, гортани, миндалин. У детей вкусовых луковичек больше, чем у взрослых. После 45 лет часть их атрофируется.

Импульсы от вкусовых луковичек передаются по язычному, языкоглоточному, тройничному и блуждающим нервам.

Мозговой отдел вкусового анализатора расположен во вкусовой зоне коры больших полушарий головного мозга.

Вкусовое ощущение возникает при контакте растворенного в воде вещества со вкусовой луковичкой. Различают четыре основных вкусовых ощущения: кислого, соленого, сладкого, горького. Отдельные участки языка обладают избирательной вкусовой чувствительностью. Ощущение сладкого лучше всего воспринимается кончиком языка, горького — его основанием (корнем), кислого и соленого — краем языка.

Пороговые величины вкусовой чувствительности у разных людей различны и зависят от многих причин. Полное отсутствие вкусовой чувствительности называется агейзией, а частичное снижение вкуса — гипогейзией.

У человека абсолютный порог вкусовой чувствительности зависит прежде всего от функционального состояния организма. Состояние голода повышает чувствительность к сладкому. У человека, который длительное время не употреблял поваренную соль, снижается порог чувствительности к соленому.

Вкусовые рецепторы обладают способностью к адаптации. Адаптация к сладким и соленым веществам наступает быстрее, чем к горькому и кислому. Адаптация к горькому повышает чувствительность к соленому и кислому. Вкусовые рецепторы функционируют в тесном взаимодействии с обонятельным анализатором.

Взаимодействие анализаторов. Все анализаторы взаимодействуют друг с другом. Это обеспечивает более высокую эффективность их деятельности. Создание наиболее полного представления о каком-либо предмете достигается благодаря взаимодействию возможно большего количества анализаторов. Так, уже отмечалось, что раздражение слухового анализатора повышает световую и цветовую чувствительность зрительного анализатора. Взаимодействие между анализаторами имеет сложный характер. Деятельное состояние одного анализатора по закону отрицательной индукции может тормозить деятельность другого. В другом случае, наоборот, умеренное возбуждение одного анализатора усиливает деятельность другого. Это происходит по закону положительной индукции. Исключение одного анализатора повышает чувствительность других.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анатомия человека: Учеб. пособие* / Под ред. В. И. Козлова. — М.: Физкультура и спорт, 1978.
2. *Анатомия человека: Учебник: В 2 т.* / Под ред. М. Р. Сапина. — М.: Медицина, 1993.
3. *Асратян Э. А. Очерки по высшей нервной деятельности.* — Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1977.
4. *Батуев А. С. Высшая нервная деятельность: Учебник.* — М.: Высш. шк., 1991.
5. *Высшая нервная деятельность в норме и патологии.* — К.: Здоровья, 1967.
6. *Гаврилов Л. Ф., Татаринов В. Г. Анатомия.* — М.: Медицина, 1985.
7. *Георгиева С. А. Физиология.* — М.: Медицина, 1985.
8. *Доннер К. Тайны анатомии: Пер. с англ.* — М.: Мир, 1988.
9. *Краев А. В. Анатомия человека: В 2 т.* / Под ред. Р. Д. Синельникова. — М.: Медицина, 1978.
10. *Куприянов В. В., Никитюк Б. А. Головной мозг человека как высшая ступень эволюции живой материи — социальная материя // Арх. анатомии, гистологии, эмбриологии.* — 1980. — Т. 79. — Вып. 11.
11. *Макаренко Н. В. Основные свойства нервной системы и их роль в профессиональной деятельности // Физиол. журн.* — 1984. — Т. 30. — № 4.
12. *Миловзорова М. С. Анатомия и физиология человека.* — М.: Медицина, 1972.
13. *Очкуренко О. М., Федотов О. В. Анатомия человека.* — К.: Выща шк., 1992.
14. *Свиридов В. И. Анатомия человека.* — К.: Выща шк., 1989.
15. *Физиологические корреляты состояний и деятельности в центральной нервной системе* / Н. П. Бехтерева, П. В. Бундзая, Ю. Л. Гоголицин и др. // *Физиология человека.* — 1980. — Т. 6. — № 5.
16. *Физиология высшей нервной деятельности. Ч. 1. Основные закономерности и механизмы условнорефлекторной деятельности.* — М.: Наука, 1970.
17. *Чусов Ю. Н. Физиология человека.* — М.: Просвещение, 1981.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Тема 1. Общая характеристика нервной системы | 3 |
| 1.1. Общее строение и функции нервной системы | 3 |
| 1.2. Нейронная теория строения нервной системы | 5 |
| 1.3. Рефлекс как основной принцип нервной системы. Схема рефлекторной дуги | 6 |
| 1.4. Виды рефлексов | 8 |
| Тема 2. Значение центральной нервной системы. Понятие о нервных центрах и их свойства | 9 |
| 2.1. Нервные центры и их свойства | 9 |
| 2.2. Процесс торможения в центральной нервной системе и его значение | 12 |
| 2.3. Координирующая роль центральной нервной системы | 13 |
| 2.4. Пластичность нервной системы | 15 |
| Тема 3. Спинной мозг | 16 |
| Тема 4. Головной мозг | 18 |
| Тема 5. Вегетативная нервная система: симпатическая и парасимпатическая. Ее эволюция | 23 |
| 5.1. Симпатическая часть вегетативной нервной системы | 24 |
| 5.2. Парасимпатическая часть вегетативной нервной системы | 26 |
| 5.3. Проводящие пути центральной нервной системы | 27 |
| Тема 6. Периферическая нервная система | 31 |
| 6.1. Спинномозговые нервы | 31 |
| Тема 7. Общее понятие о физиологии высшей нервной деятельности | 36 |
| 7.1. Типы высшей нервной деятельности | 36 |
| 7.2. Понятие о второй сигнальной системе | 38 |
| 7.3. Аналитический аппарат | 40 |
| Список использованной и рекомендуемой литературы | 54 |

У конспекті лекцій подано матеріал з анатомії, фізіології та еволюції нервової системи людини. Коротко викладено основні поняття, показано їх значення у вивченні психіки людини, місце у системі наукових дисциплін, пов'язаних з дослідженням вищих проявів мозкових функцій. Особливу увагу приділено будові, функціонуванню та розвитку окремих нервових утворень.

Для студентів-психологів, аспірантів, а також спеціалістів суміжних галузей наук, які бажають розширити свої знання у сфері вищої нервової діяльності людини.

Навчальне видання

Ткачук Володимир Григорович

Хапко В'ячеслав Юхимович

АНАТОМІЯ І ЕВОЛЮЦІЯ НЕРОВОЇ СИСТЕМИ

Короткий конспект лекцій

2-ге видання, стереотипне

(Рос. мовою)

Відповідальний редактор *М. В. Дроздецька*

Редактор *Г. М. Шевченко*

Коректори *Т. К. Валицька, Є. І. Мазниченко*

Комп'ютерне верстання *Т. Г. Замура*

Оформлення обкладинки *М. В. Куліков*

Підп. до друку 14.09.99. Формат 60×84/16. Папір газетний. Друк офсетний.

Ум. друк. арк. 3,3. Обл.-вид. арк. 3,2. Тираж 1000 пр. Зам. №

Міжрегіональна Академія управління персоналом (МАУП)

252039 Київ-39, вул. Фрометівська, 2, МАУП

*Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єктів видавничої справи ДК № 8 від 23.02.2000*