

БАКАЛАВРИАТ

Т.М. Уманская
КОРРЕКЦИОННАЯ
ПЕДАГОГИКА

НЕВРОПАТОЛОГИЯ



ДЛЯ ВЫСШИХ
УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

ВЛАДОС

Коррекционная педагогика (Владос)

Татьяна Уманская
Невропатология

«ВЛАДОС»

2015

УДК 376/616.8
ББК 74.3:56.12

Уманская Т. М.

Невропатология / Т. М. Уманская — «ВЛАДОС»,
2015 — (Коррекционная педагогика (Владос))

В данном учебнике освещаются вопросы строения нервной системы, ее формирование в разные периоды развития ребенка, а также причины возникновения, механизмы течения и остаточные проявления неврологических заболеваний. Особое внимание уделяется тем заболеваниям, которые могут привести к нарушениям психофизического развития ребенка. Учебник предназначен для бакалавров специального дефектологического образования, а также для студентов дефектологических факультетов педагогических вузов.

УДК 376/616.8
ББК 74.3:56.12

© Уманская Т. М., 2015
© ВЛАДОС, 2015

Содержание

Значение невропатологии для дефектологии	6
Глава 1	8
1.1. Анатомо-физиологические системы организма	8
1.2. Нейрогуморальное регулирование и его особенности у детей	10
1.3. Роль нервной системы в регулировании компенсаторных механизмов организма	12
1.4. Рецепторы и эффекторы, их взаимосвязь	13
Глава 2	18
2.1. Эволюция нервной системы	18
2.2. Развитие нервной системы	20
2.3. Понятие о критических периодах в развитии нервной системы	21
Глава 3	22
3.1. Общий обзор нервной системы	22
3.2. Нервная ткань	25
3.2.1. Нервная клетка	25
3.2.2. Нейроглия	28
3.2.3. Электрические процессы в нейронах	29
3.2.4. Синапсы	31
3.3. Спинной мозг	34
3.4. Головной мозг	40
3.4.1. Продолговатый мозг	40
3.4.2. Мост мозга	45
3.4.3. Средний мозг	49
3.4.4. Промежуточный мозг	52
3.4.5. Полушария головного мозга	58
Конец ознакомительного фрагмента.	60

Татьяна Моллаевна Уманская
Невропатология
Естественнонаучные основы
специальной педагогики

© Уманская Т.М., 2015

© ООО «Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС», 2015

© Художественное оформление. ООО «Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС»,
2015

* * *

Значение невропатологии для дефектологии

Медицинская дисциплина «Невропатология» является фундаментальной для некоторых медицинских и психолого-педагогических дисциплин, она также – естественнонаучная основа специальной педагогики. Детская невропатология является одной из важных медицинских дисциплин: она объединяет невропатологию с педиатрией. Изучению курса невропатологии предшествуют такие дисциплины, как «Возрастная анатомия и физиология ребенка», «Основы генетики». «Невропатология» является базисной для таких дисциплин, как «Неврологические основы логопедии», «Психопатологии», «Клиники интеллектуальных нарушений», психологических и педагогических дисциплин. Но для педагогов изучение медицинской дисциплины «Невропатология» требует особой специфики преподавания и изложения материала. Медицинская литература, адресованная врачам, сложна для восприятия педагога. Данное пособие написано с учетом доступности понимания излагаемого материала дефектологом. В нем освещаются вопросы особенности строения и формирования нервной системы в возрастном аспекте, особенности физиологии нервной системы, т. е. особенности выполнения нервной системой своей функции в разном детском возрасте, а также причины возникновения, механизмы течения и остаточные проявления неврологических заболеваний. Нервная система в разные возрастные периоды может быть разной, особенно ярко эти различия выражены в детском возрасте, так как в этот период она находится в стадии созревания и становления и претерпевает изменения даже в норме.

Знание механизмов деятельности мозга позволяет понять закономерность функционирования всех систем организма, т. к. нервная система осуществляет запуск, контроль и регулирование всех органов человеческого организма.

Особое внимание уделяется тем неврологическим заболеваниям, которые могут привести к нарушениям психофизического развития ребенка. Знания, полученные при изучении курса «Невропатология», позволяет дефектологу лучше представлять формирование дефекта у детей, имеющих отклонения в интеллектуальном развитии разной степени выраженности, у детей с задержкой речевого развития, с нарушением слуха, зрения и опорно-двигательного аппарата. Все эти группы детей требуют разного подхода, разных коррекционных методик работы с ними. Причины, вызывающие ограниченные возможности здоровья (ОВЗ) у детей, чаще всего выражены поражениями нервной системы, которые могут возникать во время внутриутробного развития, родов и в раннем постнатальном периоде. В последние годы наблюдается все больше комбинированных нарушений. Дефектологу приходится работать с ребенком, имеющим отклонение в развитии, и ему важно представлять локализацию и механизм формирования очага поражения. Это необходимо для того, чтобы выстроить правильно подходы к обучению и социализации этих детей. Не зная причин вызывающих поражение, достаточно сложно будет использовать приемы и методы коррекционного воздействия.

Знание невропатологии создает у бакалавра-дефектолога представления о характере работе нервной системы в норме и при неврологических заболеваниях.

Обучающийся должен *знать*:

- анатомо-физиологические закономерности развития и формирования нервной системы в возрастном аспекте, начиная с раннего детского возраста,
- развитие сенсорных систем и формирование функциональных систем организма, позволяющих функционировать центральной нервной системе и речевой функциональной системе,
- клинические проявления основных патологических процессов в центральном и периферическом отделах нервной системы,

- особенности проявления и возникновения речевой патологии у детей,
- механизмы компенсации при различных патологических процессах,
- методы исследования в неврологии.

уметь:

- распознать симптомы и синдромы неврологических заболеваний,
- определить патологические рефлексы,
- определить мышечную силу и измененный тонус мышц;
- дифференцировать отдельные виды патологии нервной системы,
- проводить обследование больного ребенка,
- сочетать лечебные и педагогические методы коррекции,
- работать совместно с врачами в медико-психолого-педагогических комиссиях и консультациях;

владеть:

навыками работы со специальной литературой.

Глава 1

Регулирующие системы и их взаимодействие

1.1. Анатомо-физиологические системы организма

Организм человека состоит из большого количества органов и систем. Орган – это часть организма, имеющая определенную форму, строение и выполняющую только ей присущую функцию. Органы, имеющие некоторую схожесть строения, объединяются в систему. Такая система является анатомической.

Анатомическая система – это группа органов, объединенная в единую систему для выполнения одной общей функции. Примером таких анатомических систем является дыхательная, в состав которой входит носовая полость, глотка, гортань, трахея, бронхи и легкие. Каждый орган этой системы выполняет свою функцию. Например, в носовой полости поступающий воздух согревается, увлажняется, обезвреживается, и после такой подготовки поступает в глотку и другие органы дыхательной системы. Пройдя эти органы, воздух поступает в альвеолы, где происходит газообмен. Таким образом, все органы дыхательной системы обеспечивают организму в целом дыхание или газообмен.

Анатомических систем в организме много – это дыхательная, сердечно-сосудистая, эндокринная, нервная, пищеварительная и другие. Некоторые системы объединяются в так называемые аппараты, например, опорно-двигательный аппарат, куда входят скелет и мышечная системы. Все анатомические системы взаимосвязаны между собой, работают слаженно, согласованно и постоянно находятся в контакте друг с другом. Нервная система, как и любая другая, является анатомической, она осуществляет контакт с каждой системой в отдельности, обеспечивая контроль работы отдельного её органа и системы в целом, она также контролирует взаимосвязь между разными анатомическими системами. Например, контролирует взаимосвязь пищеварительной и сердечно-сосудистой систем, сердечно-сосудистой и дыхательной систем и т. д. Такая взаимосвязь обеспечивает нормальную работу организма и согласованность работы всех органов и систем, а также дает организму быть единым целым и в любых случаях отвечать общей реакцией на различные раздражения внешней среды.

Нервная система имеет особое строение, отличающееся от остальных анатомических систем. Это отличие заключается в отсутствии отдельных органов. Её основной структурной единицей является нервная клетка с ее особыми отростками, центральная и периферическая часть которой связана между собой нервными клетками: тела нервных клеток расположены в центральной ее части, а отростки этой клетки тянутся на периферию и представляют собой нервы. Нервные окончания, расположенные в тканях организма направляются к центрам, которые расположены на разных ее уровнях.

Особой, отличной от других анатомических систем, является эндокринная система, в состав которой входят разные железы внутренней секреции, их объединяет то, что все они вырабатывают гормоны. Гормоны – это химически активные вещества, которые, попадая в кровь, действуют избирательно на органы или железы, осуществляя гуморальное регулирование в организме человека.

Помимо анатомических, в организме существуют так называемые функциональные системы. Это понятие было введено отечественным физиологом академиком К.П. Анохиным.

Функциональной называется та система, которая на время выполнения своей функции способна включать в себя отдельные органы разных анатомических систем.

Примером функциональной системы является речевая. Анатомической речевой системы у человека нет, поэтому для воспроизведения речи существует такая система, которая объединяет органы дыхания, пищеварения и нервную систему (речевая система). Нервная система в ней осуществляет руководящую роль, обеспечивая посылку нервных импульсов к речевой мускулатуре периферического артикуляционного аппарата. Отдельные органы дыхательной и пищеварительной системы: гортань, ротовая полость – на время выполнения функции объединяются для воспроизведения речи. Так как работа функциональной системы не предусмотрена природой поэтому, чтобы она заработала, необходим подготовительный период, за который отдельные органы анатомических систем, входящих в данную функциональную систему, приспособляются выполнять не свойственную для них функцию. Для формирования функциональной речевой системы необходимо, чтобы дыхательная система ребенка сформировала речевое дыхание. Оно отличается от обычного более продолжительный выдохом. На его формирование необходимо определенное время, которое приходится на подготовительный период речевой деятельности. Нервная система способствует созреванию и формированию фонематического слуха, без которого невозможно формирование речи ребенка. Органы ротовой полости приспособляются к возможности воспроизведения речевых звуков, или фонем. На это формирование отводится определенное время в подготовительный период речевой деятельности и только после такой подготовки речевая функциональная система начинает работать.

1.2. Нейрогуморальное регулирование и его особенности у детей

Организм человека – это сложное многоклеточное образование, которое нуждается в регулировании. Нейрогуморальное регулирование осуществляется в любом организме. Оно очень сложное и необходимо для того, чтобы организм мог правильно работать, разные органы и системы, обеспечивающие работу должны не мешать друг другу, а при необходимости помогать. Организм человека является открытой системой и нуждается в поступлении из внешней среды пищевых веществ, кислорода и воды, ему также необходимо вывести из организма переработанные остатки, так называемые шлаки. Поэтому он приспосабливается к любым изменениям окружающей среды. Информацию обо всех малейших изменениях внешней среды организм получает через сенсорные системы, которые подразделяются на контактные и дистантные.

Контактными сенсорными системами называются системы рецепторы, которых способны воспринимать ощущения при непосредственном контакте с изучаемым предметом. Например, тактильное, вкусовое ощущение и т. д.

Дистантными сенсорными системами называются системы рецепторы, которых способны воспринимать ощущения на расстоянии от объекта. Например, зрительная, слуховая и обонятельная системы.

Нейрогуморальное регулирование – это два вида регулирования в организме: через нервную систему и через гуморальную, то есть жидкостную. В кровь из желез эндокринной системы выделяются продукты жизнедеятельности этих желез, химические активные вещества – гормоны. Гормоны током крови разносятся по организму и влияют избирательно на определенный орган или систему, стимулируя либо тормозя их работу. Их биологическая активность определяется тем, что, находясь в относительно малой концентрации, эти вещества могут вызывать выраженный биологический эффект.

Нервная регуляция функций – совокупность реакций центральной нервной системы, направленных на обеспечение оптимального уровня жизнедеятельности, поддержание гомеостаза и адекватности взаимодействия организма с окружающей средой.

В основе представлений о нервной регуляции функций лежит учение о рефлексе. Элементы, осуществляющие нервную регуляцию, складываются в рефлекторную дугу. Начинается она рецептором, от которого идут афферентные нервные волокна в нервный центр. Из нервного центра к органу (эффектору) регулирующий сигнал поступает через эфферентное нервное волокно. Нервный путь регуляции называется *нервно-рефлекторным*.

Регуляция функций, участвуя в единой системе нейрогуморальной регуляции, обеспечивает протекание адаптивных реакций – от субклеточных до поведенческих. Эти два вида регулирования работают согласованно и слаженно, контролируют и регулируют их работу – центральная нервная система. Направление работы этих двух систем всегда одинаково и направлено на усиление действия друг друга. Нервное регулирование осуществляется через нервную систему, ее центральную часть. В большей степени в этой функции задействована вегетативная нервная система, роль ее сложна и состоит из регуляции функции внутренних органов, поддержания трофики тканей и гомеостаза, а также обеспечивает энергетическую потребность различных форм психической и физической деятельности (изменение обменных процессов, деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем и т. п.).

В раннем постнатальном периоде не все системы и органы ребенка созревают и поэтому в его организме нейрогуморальное регулирование несовершенно. В раннем детском возрасте остается несовершенной терморегуляция, так как нервные клетки этого центра к моменту рождения не успевают полностью созреть. По мере роста ребенка система начи-

нает правильно работать. В этот период у него остается несовершенной работа собственной иммунной системы и он после рождения обладает врожденным иммунитетом, полученным от организма матери. Собственная иммунная система созревает к 9-месячному возрасту.

1.3. Роль нервной системы в регулировании компенсаторных механизмов организма

Нервная система играет важную роль в регулировании компенсаторных механизмов организма, которые позволяют ему приспособиться к жизни. Для любого организма существует свое комфортное состояние, наиболее благоприятное в окружающей среде. Такое состояние называется, *гомеостазом*. *Гомеостаз* (древнегреч. *homoios* – подобный, схожий, и *stasis* – состояние, неподвижность) – постоянство внутренней среды организма человека. Это понятие впервые было введено в 1932 г. У. Кэнноном. Способность поддерживать относительное постоянство внутренней среды появляется на сравнительно высоких ступенях развития животного мира.

У. Кеннон употреблял это понятие в двух смыслах: как постоянство внутренней среды организма, обеспечиваемое деятельностью ряда физиологических процессов, а также их совокупность. Под внутренней средой У. Кеннон понимал кровь, лимфу и тканевую жидкость. Основные параметры, характеризующие внутреннюю среду, были названы гомеостатическими константами. В качестве примера можно назвать содержание крови в кровеносных сосудах, её жидкостный состав по количеству плазмы, форменных элементов, питательных веществ, температуру тела, артериальное давление. Для каждого человека гомеостатические константы различны. Гомеостатические константы с широкой нормой реакции расширяют адаптивные возможности организма. В каждый данный момент гомеостатическая регуляция направлена преимущественно на достижение оптимального уровня той константы, которая максимально отклонилась от своего среднего значения. Состояние гомеостаза для организма человека является оптимальным, или комфортным. Организм человека при выведении его внешней средой из гомеостаза, стремится вернуться в комфортное для него состояние. Для этого включается множество отдельных механизмов, регулирующих, внутри- и внесистемные взаимоотношения, которые приводят организм к постоянству внутренней среды, то есть к гомеостазу. Работа физиологических процессов по поддержанию постоянства внутренней среды организма являются компенсаторными механизмами организма, которая позволяет ему поддерживать относительное динамическое постоянство, несмотря на изменения в окружающей среде и сдвиги, возникающие в процессе его жизнедеятельности. Если же организм человека по каким-то причинам (в основном при болезнях) не может самостоятельно вернуться в комфортное состояние, то в этом случае ему необходима медикаментозная помощь, которая обеспечит ему возвращение к гомеостазу.

У человека и высокоорганизованных животных гомеостатические механизмы достигли высокой степени развития. Относительное постоянство внутренней среды у них поддерживается нервно-гуморальными физиологическими механизмами, регулирующими деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем, желудочно-кишечного тракта, почек и потовых желез, которые обеспечивают удаление из организма продуктов обмена веществ. К наиболее совершенным гомеостатическим механизмам у высших животных и человека относятся процессы терморегуляции. Поддержание нормальной температуры тела обеспечивается большим числом сложных процессов регуляции.

1.4. Рецепторы и эффекторы, их взаимосвязь

В процессе эволюции от простейшего животного организма до человека аппарат чувствительности чрезвычайно усложняется и приобретает способность к тончайшему анализу многообразных раздражений. Этот процесс совершается на всем пути от периферических воспринимающих аппаратов до высших областей в коре большого мозга. И.П. Павлов назвал его чувствительным путем анализаторов, выделив периферическую, проводниковую и центральную части. Периферические окончания афферентных нервов трансформируют определенные виды энергии в соответствующие импульсы, которые передаются по нерву в клетки первичных анализаторных систем и достигают специальных нервных клеток в коре больших полушарий головного мозга, где завершается анализ раздражений. Здесь же, в коре головного мозга, происходит и синтез отдельных восприятий. Необходимо иметь в виду, что раздражения, действующие на организм в естественных условиях, носят комплексный характер. Все раздражения, которые в одно и то же время влияют на различные рецепторные аппараты, в норме воспринимаются как единое, ощущаются обобщенно.

Эти два процесса – анализ и синтез непрерывно поступающих раздражений – не только информируют об изменениях внешней и внутренней среды, но и позволяют через связь с эффекторной, особенно двигательной системой – пирамидной и экстрапирамидной, – приспособляться к окружающей среде и воздействовать на нее. Способность к многочисленным и многообразным восприятиям, представляющим собой первую сигнальную систему, явилась основой для развития у человека второй сигнальной системы, т. е. высшей нервной деятельности – речи и вербального мышления.

Воспринимающая часть анализатора – *рецепторы* – это специализированные клетки, способные воспринимать и трансформировать строго определенные раздражения в нервные импульсы.

Рецепторы представляют собой сенсоры, которые позволяют организму различать изменения, происходящие в нем самом или в окружающей среде, и затем реагировать на эти изменения. Во многих случаях афференты от рецепторов образуют связи таким образом, что их активация каждый раз вызывает определенное стереотипное поведение, которое в процессе филогенеза и онтогенеза оказалось наиболее адекватной реакцией. Такие стереотипные реакции организма на сенсорные стимулы называются *рефлексами*.

Для рецепторов характерна специфичность (модальность), т. е. способность воспринимать определенный вид раздражителя, к которому они приспособились в процессе эволюции. Так например, рецепторы слухового анализатора приспособлены к восприятию звука, а зрительные рецепторы – света и т. д.

Рецепторы подразделяются на *экстероцепторы*, *проприоцепторы*, *интероцепторы*. Рецепторы, воспринимающие сигналы из внешней (по отношению к организму) среды, называются *экстероцепторами*. Экстерорецепторы подразделяются на *контактные* и *дистантные*. Контактные рецепторы – это те, клетки которых способны воспринимать ощущения при непосредственном контакте с исследуемым предметом. Дистантные рецепторы – это те, клетки которых способны определять ощущения на расстоянии, например анализаторы – зрительный, слуховой и обонятельный. Экстероцепторы, находясь в коже, воспринимают множество различных раздражений извне (болевые, температурные – тепловые, холодовые, тактильные и др.). К экстероцепторам относят также хеморецепторы (вкусовые). *Проприоцепторы* воспринимают раздражения от мышц и сухожилий и суставных связок. Рецепторы, воспринимающие сигналы из внутренней среды организма, называются *интероцепторами*. Спектр раздражений и чувствительность рецепторов чрезвычайно велики и в зависимости от физической природы воспринимаемых стимулов различают *меха-*

норецепторы, терморекцепторы, хеморецепторы и фоторекцепторы. Морфологически все рецепторы значительно отличаются друг от друга и характеризуются сложностью строения воспринимающего элемента. Различаются рецепторные клетки и по способу связи со структурами нервной системы, что в сильной степени зависит от их происхождения. Выделяют *первично- и вторичночувствующие* рецепторные клетки.

Первичночувствующие рецепторные клетки по происхождению – элементы нервной системы, и, как обычный нейрон, обладают центральным отростком – *аксоном*, передающим информацию в нервные центры, и периферическим отростком – *дендритом*, который преобразован в воспринимающий элемент рецептора. У человека к таким рецепторам относятся большинство хеморецепторов и механорецепторов, а также фоторекцепторы. Наиболее простыми с морфологической точки зрения являются так называемые «свободные нервные окончания». Они представляют собой терминальные разветвления дендрита чувствительного нейрона, располагающегося в межклеточном пространстве среди клеток кожного эпителия или соединительнотканых клеток оболочек внутренних органов (рис. 1).

Такое строение характерно для болевых рецепторов (рис. 1 а). Другим видом первичночувствующих рецепторов являются так называемые «инкапсулярные нервные окончания», представленные в основном механорецепторами и терморекцепторами. В этих рецепторах чувствительное нервное окончание, представленное концевым разветвлением дендрита, заключено в соединительно-тканевую капсулу различной толщины. Высокоспециализированными первичночувствующими рецепторами являются фоторекцепторные клетки сетчатки глаза – палочки и колбочки, и клетки обонятельного эпителия. Их чувствительные элементы, претерпев значительные изменения, приспособились к восприятию специфической информации (рис. 1 б).

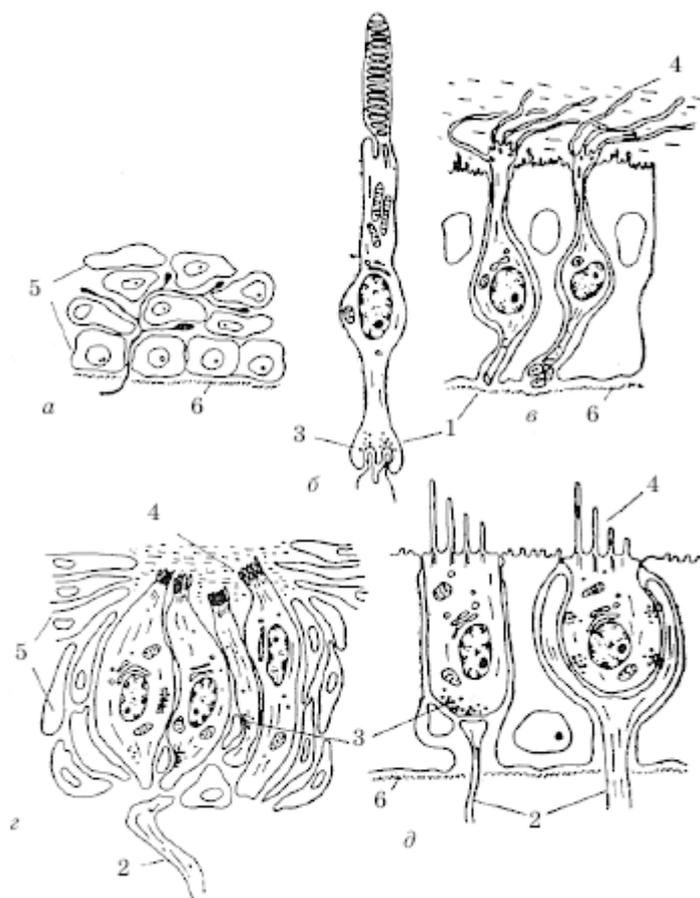


Рис. 1. Схемы организации некоторых рецепторов.

а – свободные нервные окончания (болевые) в коже, б – светочувствительная клетка – палочка) сетчатки глаза, в – обонятельные клетки, г – вкусовая луковица, д – чувствительные клетки органа равновесия; 1 – аксон, 2 – дендрит, 3 – синапсы, 4 – микроворсинки, 5 – эпидермис кожи, 6 – базальная мембрана

Вторичночувствующие рецепторные клетки представлены высокоспециализированными клетками не нервного происхождения, воспринимающими определенные стимулы из внешней и внутренней среды. Они образуют своеобразный симпатический контакт с дендритом нейрона (тело этого нейрона располагается в специальных чувствительных ганглиях), передающего информацию в центральную нервную систему. У человека вторичночувствующие рецепторы находятся в органах вкуса, слуха и равновесия (рис. 1 д, г).

Основными функциями нервной системы является восприятие внешнего раздражения и перенос его на реагирующий орган. Первая из этих функций обозначается термином *рецепторная*, или *афферентная*, или *чувствительная* функция; вторая называется *эффекторной*, или *эфферентной*, или *двигательной*. Процесс распространения раздражения в нервной системе обозначаются термином *импульс*.

Перенос раздражения с рецепторных аппаратов на эфферентные обозначается термином *рефлекс*, или *рефлекторная дуга*.

Рефлекс – это ответная реакция организма на раздражение, осуществляемая через нервную систему.

Термин «рефлекс» в физиологии был введен более 200 лет назад Й. Унзер (1771).

Термин *рефлекторная дуга* обозначает нейронную цепь, идущую от периферического рецептора через центральную нервную систему к периферическому эффектору. Элементами рефлекторной дуги являются периферический рецептор, афферентный путь, один или более центральных нейронов, эфферентный путь и эффектор.

Морфологическим субстратом рефлекса является рефлекторная дуга, которая образована как минимум двумя нейронами: чувствительным и двигательным. *Чувствительный* (афферентный) нейрон воспринимает раздражение и проводит его в центральную нервную систему, а по двигательному (эфферентному) отводится ответный импульс к рабочему органу. Однако в большинстве случаев между афферентным и эфферентным элементами рефлекторной дуги имеется еще одно звено – *вставочный нейрон*, который принимает раздражение и трансформирует его в двигательный импульс (рис. 2).

Время, прошедшее после воздействия раздражителя на рецептор до появления ответной реакции, называется *временем рефлекса*.

Рефлексы делятся на *безусловные* и *условные*. Безусловные рефлексы являются врожденными, выработанными в процессе филогенеза, условные приобретаются в процессе онтогенеза на основе безусловных рефлексов. Эти рефлексы являются индивидуальными, они могут угасать и исчезать.

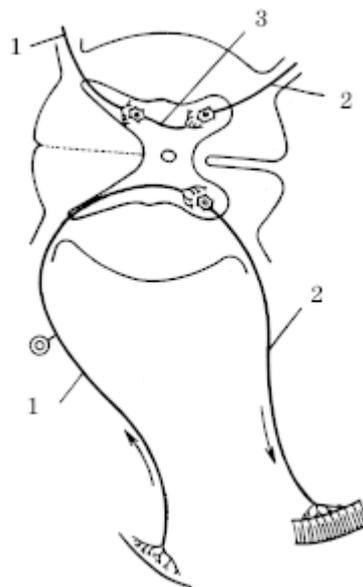


Рис. 2. Схема рефлекторной дуги (М.С. Миловзорова, 1972)

1 – чувствительные нейроны; 2 – двигательные нейроны; 3 – вставочные нейроны в ЦНС

Рефлекторная дуга безусловных рефлексов замыкается на уровне спинного и головного мозга.

Разнообразные функции нервной системы, от элементарных до самых сложных, по своей сущности являются рефлекторными (И.М. Сеченов).

В настоящее время рефлекс не рассматривается как один законченный цикл прохождения импульсов от рецептора по афферентному нейрону через вставочный нейрон и двигательный к исполнительному органу. Каждый рабочий орган является не только эффектором, но и генератором проприоцептивных, т. е. афферентных, импульсов, которые сразу передаются в центральную нервную систему.

Таким образом, исполнительный орган сигнализирует о своем состоянии, степени выполнения или завершении конкретного действия, т. е. нервная система получает информацию о реализации рефлекса через обратную связь. В ответ на эту информацию «акцептор действия» поддерживает или ликвидирует состояние активности в нервных центрах в зависимости от полноты осуществления рефлекса.

Взаимоотношения афферентных и эфферентных систем в координаторных процессах характеризуются не рефлекторной дугой, а рефлекторным кольцом. Это непрерывное, организованное, циклическое взаимодействие между рецепторными и эфферентными процессами (Н.А. Бернштейн).

В центральной нервной системе существуют системы контроля рефлекторного акта, что необходимо при выполнении сложных рефлексов.

Контрольные вопросы:

1. Что такое «гомеостаз»?
2. Дайте объяснение понятия прямой обратной связи в нервной системе.
3. Что такое «рефлекторное кольцо»?
4. Раскройте роль нервной системы в регулировании компенсаторных механизмов организма.
5. Рецепторы и их классификация.

6. Особенности гомеостаза у детей.
7. На какие виды подразделяются сенсорные системы?

Глава 2 Онтогенез нервной системы

2.1. Эволюция нервной системы

В развитии нервной системы многоклеточных принято выделять три типа нервной системы – *диффузную* (кишечнополостные), *узловую* (членистоногие) и *трубчатую* (позвоночные).

Эволюция нервной системы, ее структура и функции, как считает Е.К. Сепп, должны рассматриваться в неразрывной связи с эволюцией моторики. Именно с этой позиции можно объяснить и структурные, и функциональные преобразования нервной системы от кишечнополостных до высших позвоночных животных. Движение гидры напоминает амебовидные – в моторике участвует все тело, характер его перистальтический. В каком бы участке тела ни возникло возбуждение, в этот процесс вовлекается вся нервная система, и гидра дает тотальное сокращение всей мускулатуры. Вторая степень моторики – выделение специализированных частей тела, обеспечивающих передвижение (жгутики, реснички). Характер движения сохраняется прежний – перистальтический, бесскелетный. В наиболее чистом виде эта ступень представлена у мягкотелых. Коренное преобразование моторики связано с развитием скелета (третья ступень). В этом случае речь идет о движении с помощью рычагов. Рычаговая форма моторики потребовала чрезвычайного усложнения управляющего аппарата – нервной системы.

Эволюцию структуры и функции нервной системы следует рассматривать как с позиции совершенствования отдельных его элементов – нервных клеток, так и с позиции совершенствования общих свойств, обеспечивающих приспособительное поведение.

Первым этапом развития нервной системы было формирование *диффузной нервной системы*. Нервные клетки такой нервной системы мало напоминают нейроны позвоночных. Нейроны слабо дифференцированы по функции. Скорость распространения возбуждения по волокнам значительно ниже, чем у животных.

Нейроны *узловой нервной системы* отличаются от нейронов диффузной. Происходит увеличение количества нервных клеток, возрастает их разнообразие, возникает большее количество вариаций, увеличивается скорость проведения импульса.

Трубчатая нервная система – высший этап структурной и функциональной эволюции нервной системы. Все позвоночные, начиная с самых примитивных форм (ланцетник) и заканчивая человеком, имеют центральную нервную систему в виде нервной трубки, оканчивающейся в головном конце большой ганглиозной массой – головным мозгом.

Центральная нервная система позвоночных, как известно, состоит из спинного и головного отделов. Структурно, строго говоря, трубчатый вид имеет только спинной мозг. Головной мозг, развиваясь как передний отдел нервной трубки и проходя стадии мозговых пузырей, к моменту созревания претерпевает значительные изменения и существенно увеличивается в объеме.

Процесс энцефализации, т. е. совершенствование структуры и функций головного мозга у млекопитающих, дополняется кортикализацией – формированием и совершенствованием коры больших полушарий. Если на уровне стволовых отделов и базальных ганглиев переднего мозга мы встречаемся со специализированными ганглиями, обособленными морфологически и функционально ядрами, то кора дает примеры новых принципов и структурной, и функциональной организации. Построенная по экранному принципу кора больших

полушарий содержит не только специфические проекционные (сомато-чувствительные, зрительные, слуховые и т. д.), но и значительные по площади ассоциативные зоны. Последние служат для корреляции различных сенсорных влияний, их интеграции с прошлым опытом для того, чтобы по моторным путям передать сформированные паттерны возбуждения и торможения для поведенческих актов.

В отличие от ганглионарных структур, кора мозга обладает рядом свойств, характерных только для нее. Важнейшее из них – чрезвычайно высокая пластичность и надежность, как структурная, так и функциональная. Изучение этих свойств центральной нервной системы в эволюции позвоночных позволило А.Б. Когану в 60-х гг. XX в. обосновать вероятностно-статистический принцип организации высших функций мозга. Этот принцип в наиболее яркой форме выступает в коре мозга, являясь одним из приобретений прогрессивной эволюции.

2.2. Развитие нервной системы

Нервная система закладывается и развивается из элементов наружного зародышевого листка – *эктодермы*. Помимо нервной системы из эктодермы образуются покровные ткани организма. У человека в конце 2-й недели эмбрионального развития на дорсальной стороне зародыша обособляется участок эпителия – *нервная пластинка*, клетки которой интенсивно размножаются и дифференцируются, превращаясь в узкие цилиндрические, резко отличающиеся от соседних клеток покровного эпителия. В результате интенсивного деления и неравномерного роста края нервной пластинки постепенно приподнимаются, образуя валики, которые в конце 3-й недели развития смыкаются в *нервную трубку*. Нервная трубка погружается в структуры мезодермы зародыша. К концу 4-й недели концы нервной трубки зарастают. Головной конец нервной трубки начинает расширяться, и из него образуются *мозговые пузыри*. Из туловищного отдела мозговой трубки образуется *спинной мозг*, а из головного отдела – *головной мозг*.

Головной отдел нервной трубки в конце 3-й недели развития преобразуется в мешковидное расширение, дающее начало трем *первичным мозговым пузырям*. *Первый пузырь* образует первичный передний мозг, *средний пузырь* – первичный средний мозг, а из *третьего пузыря* образуется первичный задний мозг. Затем через некоторое время первый и третий первичные мозговые пузыри с помощью борозд – сужений – разделяются, образуя каждый по два вторичных мозговых пузыря. Эта стадия развития головного мозга получила название *стадии пяти мозговых пузырей*. Из первого мозгового пузыря в последующем образуется полушария головного мозга, из второго – *промежуточный мозг*, из третьего – *средний мозг*, из четвертого – *мост мозга* и из пятого пузыря – продолговатый мозг. Образуются мозговые оболочки. Полушария головного мозга становятся самой большой частью нервной системы, происходит выделение основных долей, начинается образование извилин и борозд. Из оболочек в ткань мозга врастают кровеносные сосуды. В спинном мозге формируются шейное и поясничное утолщения, связанные с иннервацией верхних и нижних конечностей. В последние месяцы эмбрионального развития в нервной системе заканчивается формирование внутренней структуры мозга. В последние два месяца внутриутробного развития начинается процесс активной миелинизации головного мозга, т. е. *отложение миелиновой оболочки* в отростках нервных клеток, или нейронов (завершение этого процесса происходит после рождения). Миелиновая оболочка отростков нервных клеток является дополнительной, и не все волокна нервной системы покрываются данной оболочкой. Дополнительной миелиновой оболочкой покрываются около половины отростков нервной системы. Наиболее интенсивное покрытие отростков нейронов происходит в первые 2–3 года жизни ребенка. Завершается миелинизация к 10–12 годам жизни ребенка.

2.3. Понятие о критических периодах в развитии нервной системы

Критические периоды проявляются в организме человека на протяжении всей его жизни: во внутриутробном и в постнатальном периоде. Роды, представляют собой сложный и порой небезопасный для организма матери и ребенка процесс. Они также являются критическим периодом в жизни ребенка.

Критическим периодом называется тот период, когда меняется среда обитания, образ питания или накопленное количество переходит в качество.

Критический период может наблюдаться при наличии одного или нескольких вышеперечисленных признаков. Они начинают появляться буквально с первых дней после зачатия. Таким критическим моментом является 7-й день внутриутробного развития, когда оплодотворенная клетка, попав в полость матки, начинает внедряться в её слизистую оболочку, меняет среду обитания, образ питания, переключение с внутриклеточного питания на питание через кровь материнского организма, и внутри ее клетки идет усиленное размножение клеток (бластомеров), которые меняют свою дифференцировку. В это время имеется несколько пунктов, способствующих наступлению критического периода.

Критические периоды в развитии нервной системы эмбриона и плода отмечаются неоднократно. Так в начале наступает период образования нервной трубки. Затем развитие нервной системы наступает в период развития и деления мозговых пузырей. Сбой в делении мозговых пузырей может привести к отсутствию какого-то из отделов головного мозга, что повлечет за собой развитие уродства. Критическим периодом является закладка извилин и борозд, первые извилины появляются на 100-й день внутриутробного развития. И любое негативное воздействие на организм беременной женщины может привести к сбою в развитии эмбриона. Это может вызвать неправильную закладку коры больших полушарий, а без коры больших полушарий человек жить не может. Критическим периодом является дифференцировка клеток в коре больших полушарий головного мозга (расщепление клеток коры на шесть слоев), это происходит на 5-6-м месяцах внутриутробного развития.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятий «филогенез» и «онтогенез».
2. Перечислите основные периоды онтогенеза и охарактеризуйте их.
3. Перечислите основные этапы формирования нервной системы.
4. Что такое «эволюция нервной системы»?
5. Дайте определение критическим периодам.
6. Что такое миелинизация?
7. В какой период жизни человека осуществляется миелинизация?

Глава 3

Структура и функции отделов мозга

3.1. Общий обзор нервной системы

Нервная система – одна из морфологических систем, обеспечивающая регуляцию деятельности целостного организма.

Общепринято делить нервную систему на *центральный* и *периферический* отделы. *Центральный отдел* нервной системы, или *центральная нервная система*, объединяет головной и спинной мозг. *Периферический отдел* – все остальные ее звенья.

Также существует подразделение нервной системы на соматическую, или телесную, и *вегетативную*, или висцеральную (иннервирующую внутренние органы организма и сердечно-сосудистую систему).

Нервная система, ее основные отделы – головной и спинной мозг, защищены от внешних воздействий специальными оболочками. Головной мозг заключен в черепную коробку, спинной – в позвоночный канал. Все нервы проходят через отверстия этой костной оболочки. Кроме того, нервная ткань окружена тремя специальными мозговыми оболочками: твердой, паутинной и мягкой. Оболочки мозга начинают развиваться на 5-й неделе эмбрионального развития, но имеют различное происхождение: твердая мозговая оболочка развивается из эмбриональной мезенхимы, т. е. имеет мезодермальное происхождение. Паутинная и мягкая оболочки происходят из элементов нервного гребня, т. е. имеет нейрогенное происхождение (рис. 3).

Твердая мозговая оболочка образована плотной соединительной тканью и в головном мозге состоит из двух *листочков*: *наружного*, прирастающего к костям черепа, и *внутреннего*, который в виде тонких пластин отделяет полушария мозга и мозжечок. В некоторых местах внутренний и наружный листки прилегают друг к другу неплотно и образуют расширение – *синусы*, заполненные венозной кровью. По ним проходит отток крови от ткани мозга, костей черепа, кожи головы. В спинном мозге твердая оболочка отделена от поверхности позвонков узким промежутком – *эпидуральным пространством*, заполненным жировой тканью. Под оболочкой располагается узкое щелевидное субдуральное пространство, заполненное спинномозговой жидкостью.

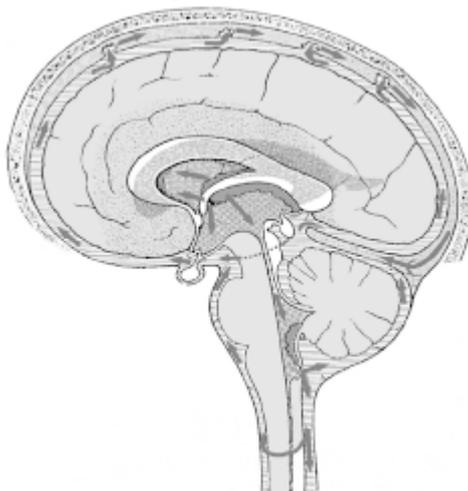


Рис. 3. Мозговые оболочки.

Стрелками указан ток ликвора в подпаутинной оболочке

Паутинная оболочка отделена от мягкой мозговой оболочки узким подпаутинным пространством, заполненным спинномозговой жидкостью. В разных отделах мозга паутинная оболочка имеет разную толщину. В некоторых местах она очень тонкая и между образующими ее клетками имеются большие промежутки, что обеспечивает свободный обмен спинномозговой жидкости между пространствами мозговых оболочек. Над мозговыми извилинами паутинная и мягкая мозговые оболочки срастаются, а над бороздами расходятся, формируя подпаутинные цистерны. Паутинная оболочка имеет особые выросты, внедряющиеся в полость венозных синусов твердой мозговой оболочки. Через эти выросты спинномозговая жидкость фильтруется в венозное русло.

Мягкая мозговая оболочка по своему строению и происхождению сходна с паутинной. Она состоит из нескольких слоев уплощенных отростчатых клеток, связанных друг с другом немногочисленными плотными контактами. В мягкой мозговой оболочке содержится большое количество *кровеносных капилляров*. В некоторых местах она внедряется в полость мозговых желудочков и образует сосудистые сплетения, принимающие активное участие в секреции и обмене спинномозговой жидкости.

Желудочки головного мозга. В процессе эмбрионального развития нервной системы полости первичных мозговых пузырей видоизменяются и превращаются в систему мозговых желудочков, они сохраняют связь с полостью спинномозгового канала – остатком полости нервной трубки.

Первый мозговой пузырь делится на два, из которых в дальнейшем образуются два *полушария головного мозга*. Полости этих пузырей образуют *боковые желудочки*, имеющие сложную форму. Полостью промежуточного мозга становится *третий желудочек*. Остаток полости среднего мозгового пузыря представлен узкой трубкой 1,5–2 см длиной и диаметром 10 мм. Она называется *водопроводом мозга* и соединяет полости третьего и четвертого желудочков. Из заднего мозгового пузыря образуется четвертый мозговой желудочек, который образует полость моста и продолговатого мозга. На боковых стенках четвертого желудочка имеются отверстия Люшка, а на задней стенке – отверстие Мажанди. Этими отверстиями полости мозга сообщаются с подпаутинным пространством мозговых оболочек. По ним происходит отток спинномозговой жидкости из желудочков головного мозга в подпаутинное пространство.

В боковых желудочках полушарий головного мозга сосудистым сплетением вырабатывается спинномозговая жидкость, которая называется *ликвором*. Функциональное значение ликвора заключается в следующем: он играет роль гидростатического буфера, поддерживает ионный баланс мозговой ткани, служит переносчиком множества биологически активных веществ, выделяемых в полость желудочков (медиаторы, гормоны, нейросекреты), удаляет из нервной ткани продукты метаболизма, попаданию которых в кровь препятствует гематоэнцефальный барьер.

Гематоэнцефальный барьер обеспечивает обмен веществ между кровью и мозгом. Некоторые вещества могут переходить из плазмы крови в мозг очень медленно или вообще не попадать туда: между кровью и мозгом существует барьер. Механизмы, обеспечивающие этот барьер, до конца не выяснены. Отчасти он может быть обусловлен особой структурой стенок капилляров мозга, а также их взаимоотношениями с нейроглией. Барьер имеет значение для нормального функционирования нервной ткани, особенно для сохранения постоянства внутренней среды, в частности ионного и осмотического баланса. В состав гематоэнцефального барьера входит несколько компонентов, важнейший из которых представлен эндотелием кровеносных капилляров мозга.

В задачу гематоэнцефального барьера избирательно входит пропускная способность различных веществ к нервной системе.

В периферических нервах барьер между кровью и тканевой жидкостью нервных пучков отличается рядом особенностей: барьерную функцию, в основном, выполняют оболочки. Проницаемость гематоэнцефалического барьера в разных отделах периферической нервной системы различна. В центральной нервной системе проницаемость его в сером веществе в 3–4 раза выше, чем в белом. В онтогенезе барьер формируется в первой трети внутриутробного развития.

3.2. Нервная ткань

Нервная система образована *нервной тканью*, которая состоит из совокупности нервных клеток и межклеточной вещества (нейроглии), образованных из одного эмбрионального листка и выполняющих одну общую функцию.

Основной структурной и функциональной единицей нервной ткани является нервная клетка – нейрон. *В отличие от других тканевых элементов нейроны* имеют ярко выраженную специфичность. *Нейроны* – высокоспециализированные клетки, приспособленные для приема, кодирования, обработки, хранения и передачи информации.

Функции нейронов определяются их положением в нервной системе и заключаются в восприятии импульсации с периферии или от других нейронов, переработке и передаче ее на соседние нейроны или исполнительные органы, осуществляя тем самым регуляцию и координацию деятельности всех органов и систем организма.

В составе нервной системы нейроны работают не в одиночку, а группами, образуя нейронные комплексы, «ансамбли», «модули» различного состава и сложности. Подобные объединения нейронов были обнаружены во многих отделах нервной системы, что послужило основанием для создания теории модульной организации нервной системы.

3.2.1. Нервная клетка

Нервная клетка была открыта в 1824 г. Р. Дютроше. Термин «нейрон» для обозначения в совокупности тела нервной клетки (сомы) с дендритными отростками и аксоном предложил В. Вальдейер в 1891 г.

Нервная клетка является отростчатой клеткой с четким разграничением на тело, ядерную часть и отростки (рис. 4).

Нервная клетка (нейрон) – это структурно-функциональная единица нервной ткани. Выделяют тело нейрона и его отростки. Оболочка нейрона (клеточная мембрана) образует замкнутое пространство, содержащее *протоплазму* (цитоплазма и ядро). *Цитоплазма* состоит из основного вещества (цитозоль, глиаплазма) и органелл. *Органеллы* нейрона находятся в глиоплазме, состоящей из воды и находящихся в ней различных ионов и органических веществ (глюкоза, аминокислоты, белки, фосфолипиды, холоетерин). Гиалоплазма является внутренней средой нейрона, обеспечивающей взаимодействие всех клеточных структур друг с другом посредством транспорта веществ, потребляемых и синтезируемых клеткой.

Клеточная мембрана (оболочка клетки) представляет собой тончайшую липопротеиновую пластинку (6 нм), содержание липидов в ней – 40 %, белков – 60 %. На внешней поверхности мембраны имеется небольшое количество (5-10 %) углеводов, молекулы которых соединены либо с белками, либо с липидами и образуют гликокаликс. Углеводы участвуют в процессах определении биологически активных веществ, реакциях иммунитета. Структурную основу клеточной мембраны составляет бимолекулярный слой фосфолипидов, являющихся барьером для заряженных частиц и молекул водорастворимых веществ. Молекулы фосфолипидов мембраны состоят из двух частей: одна из них *гидрофильна*, другая – *гидрофобна*. Молекулы белка также присутствуют в мембране. Один и тот же белок может быть рецептором, ферментом и насосом. Молекулы белка образуют каналы, через которые могут избирательно проходить определенные вещества. Клеточные мембраны обладают избирательной проницаемостью.

Среди отростков выделяют *аксон* и *дендриты*. Аксон морфологически отличается от дендритов длиной, ровным контуром; разветвления аксона, как правило, начинаются на

большом расстоянии от места отхождения. Концевые ветвления аксона получили названия *телодендрий*. Дендритами называются отростки разной длины, обычно более короткие и ветвистые, чем аксоны. Особенностью отростков нейронов является их ярко выраженная полярность. Дендриты – отростки, предназначенные для восприятия и передачи нервных импульсов к телу нейрона. Аксон передает импульсы от тела клетки на другие нервные клетки или исполнительные органы. Таким образом, нейрон обладает функциональной и морфологической полярностью, обеспечивающей ему определенное положение среди соседних элементов нервной системы.

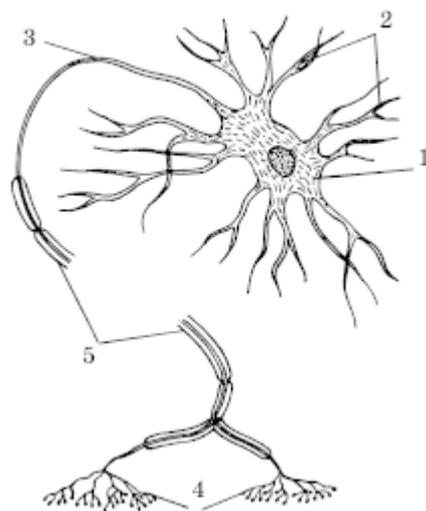


Рис. 4. Строение нейрона (М.С. Миловзорова, 1972).

1 – тело (сома); 2 – дендриты; 3 – аксон; 4 – концевые образования аксона; 5 – нервные волокна

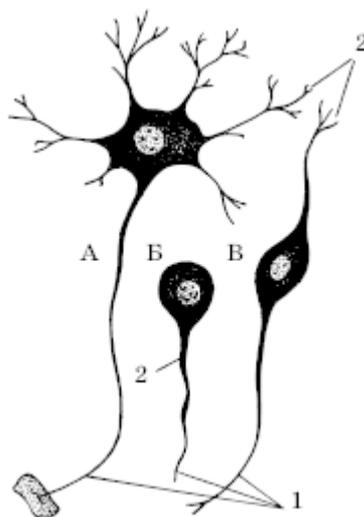


Рис. 5. Виды нейронов (Л.Ф. Гаврилов, В.Г. Татаринев, 1985).

А – мультиполярный; Б – униполярный; В – биполярный; 1 – аксоны; 2 – дендриты

Нейроны принято различать по числу отростков, отходящих от его тела, на три основных типа (рис. 5).

Униполярные нейроны имеют один отросток, такой тип клеток встречается в сетчатке глаза и в луковице обонятельного нерва.

Биполярные нейроны имеют два отростка – аксон и дендрит, часто отходящие от противоположных полюсов клетки. Биполярные нейроны встречаются в сетчатке глаза. Разнообразием их являются псевдоуниполярные нейроны спинномозговых ганглиев, где оба клеточных отростка (аксон и дендрит) отходят от единого выступа клеточного тела. Наиболее многочисленная и разнообразная группа нервных клеток представлена *мультиполярными нейронами*, имеющими один аксон и несколько дендритов.

Широко используется классификация нейронов, основанная на форме и размерах тела клетки. Размеры нейрона колеблются от 4 мк до 120–130 мк. Форма нервной клетки тоже очень разная в зависимости от ее месторасположения и выполняемой функции. Так, встречаются нейроны, имеющие форму округлую, многоугольную, грушевидную, пирамидальную, веретенообразную и др.

По характеру выполняемой функции нервные клетки разделяют на три основных группы: *двигательные* (эфферентные, или моторные), *чувствительные* (афферентные или рецептор-ные) и *ассоциативные*, или *вставочные* нейроны. Двигательные нейроны осуществляют передачу возбуждения на тот или иной рабочий орган; чувствительные нейроны воспринимают воздействие разных факторов внутренней и окружающей среды, и ассоциативные, или вставочные, нейроны осуществляют связь между нервными клетками. При этом существует определенная взаимозависимость между формой нейрона и выполняемой им функцией. Так, чувствительные нейроны представлены в основном биполярными и псевдоуниполярными нервными клетками округлой и веретеновидной формы. Ассоциативные нейроны отличаются большим разнообразием размеров и форм. Например, в коре больших полушарий головного мозга насчитывается много разновидностей нейронов, но все они по выполняемой функции являются вставочными или ассоциативными.

Нейроны, как и любые другие клетки организма человека, имеют схожее строение. Так, нервная клетка имеет ядро со всеми специфическими включениями, присущими ядру, цитоплазму со всеми органеллами, характерными для животных клеток. Помимо всех атрибутов живой клетки нервная клетка имеет ряд специфических включений, присущих только ей. К ним относятся: *тигроидное вещество*, или *вещество Ниссля* (открытое Ф. Нисселем в 1889 г.), *нейрофибриллы* и *липофусцин*.

Вещество Ниссля представляет собой скопление вещества темно-бурого цвета, расположенного в виде глыб разной формы и величины в теле клетки и у основания дендрита, но никогда этого вещества не бывает в аксоне. Вещество Ниссля имеет белковое происхождение и богато железом, используется клеткой в обменных процессах.

Нейрофибриллы представляют собой тончайшие нити белого цвета, расположенные в теле нервной клетки хаотично в виде пучков. Функциональное назначение нейрофибриллов в нервной клетке заключается в проведении нервного импульса по телу клетки и по ее отросткам.

Липофусцин является пигментным веществом. Функциональное значение этого вещества полностью не изучено. Известно, что оно играет роль в обмене веществ и накапливается в процессе жизнедеятельности клетки. У новорожденных этого пигмента в нервных клетках нет, у молодых людей – мало, а у пожилых – много.

Нервные клетки обычно окружены вспомогательными клетками, которые называются *глиальными*. Они более многочисленные, чем нейроны: составляют, по крайней мере, половину объема нервной системы. Периферические аксоны тоже окружены оболочкой из глиальных – шванновских клеток. Нейроны и глиальные клетки разделены межклеточной щелью шириной 15–20 нм. Щели сообщаются друг с другом, образуя заполненное жидкостью внеклеточное пространство нейронов и глии. Через это пространство происходит обмен веществ между нервными и глиальными клетками.

3.2.2. Нейроглия

Важным структурным образованием нервной системы наряду с нейронами является межклеточное вещество нейроглия, имеющее собственные глиальные клетки. В головном мозге их существенно больше, чем нервных клеток: в некоторых отделах почти в 10 раз. Эти количественные соотношения свидетельствуют о большом значении глиальных клеток в физиологии нервной системы. *Глиальные клетки* – это обширная гетерогенная группа элементов нервной ткани, выполняющих в нервной системе ряд важных функций. Тесное морфофункциональное взаимодействие глиальной клетки с нейроном обеспечивает выполнение своей функции последним. Глиальные клетки были впервые выделены в отдельную группу элементов нервной системы в 1871 г. физиологом Р. Вирховым, который, рассматривая своеобразную соединительную ткань мозга, назвал эти клетки нейроглией, т. е. «нервным клеем».

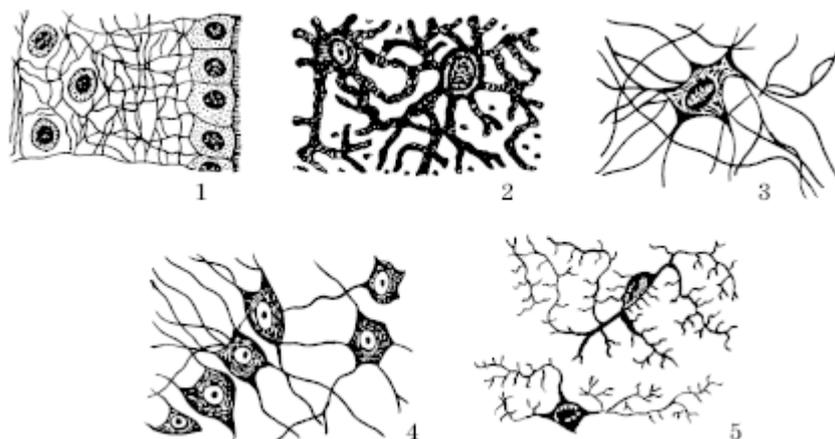


Рис. 6. Клетки нейроглии (Л.Ф. Гаврилов, 1972).

1 – эпендимоциты (макроглия); 2 и 3 – астроциты (макроглия); 4 – олигодендроциты; 5 – макрофаги (микроглия)

Термин «глия» означает «связывающее» и отражает роль нейроглии как посредника между кровеносными сосудами и нейронами. Клетки нейроглии неоднородны по своему происхождению: большинство видов глии возникает из нервной части эктодермы. Различают *периферическую нейроглию*, к которой относятся швановские клетки, и *центральную нейроглию*, состоящую из астроцитов, олигодендроглии и микроглии (рис. 6).

Швановские клетки образуют оболочки периферических аксонов. Спиральное закручивание мембраны швановской клетки в процессе эмбрионального развития образует вокруг аксонов у позвоночных плотную складчатую изоляцию – *миелиновую оболочку*. Одна швановская клетка покрывает миелином 1 мм аксона. Миелиновая оболочка обеспечивает быстрое эффективное распространение возбуждения на большие расстояния, изоляцию аксонов друг от друга и выполняет вспомогательную функцию в отношении обмена веществ прилегающих нейронов.

Астроциты составляют около 25 % всех центральных глионов и распределены в головном мозгу равномерно. Для астроцитов характерно большое количество лучеобразно расходящихся отростков, имеющих множество контактов. Астроциты служат остовом для нервных клеток; участвуют в обменных процессах, влияющих на ионный состав и медиаторы синаптической передачи; изолируют и объединяют нервные волокна и окончания.

Олигодендроглия составляет 50–70 % центральной нейроглии. Морфологически клетки отличаются небольшим количеством отростков, которые значительно короче, чем у астроцитов, и ветвятся слабее. Клетки олигодендроглии непосредственно контактируют с мембранами тел нервных клеток. Их функция связана с образованием миелина на мембране аксонов центральных нейронов, и они помогают нервным клеткам в трофической функции.

Клетки микроглии имеют особое происхождение из мезодермы. Микроглия представлена мелкими отростчатыми клетками с очень плотной цитоплазмой. Клетки микроглии обладают ярко выраженной фагоцитарной активностью. Располагаются они равномерно по центральной нервной системе. В сером веществе они расположены между отростками нейронов, нередко находятся в позиции спутников нервных клеток. Для микроглии характерна большая подвижность и способность фагоцитировать продукты распада нервных клеток. При воспалениях и повреждениях они движутся к очагу и, превращаясь в крупные макрофаги, выполняют функцию «уборщика», служат защитой от инфекций и воспаления.

Нейроглия выполняет целый ряд функций, обеспечивая нормальную деятельность отдельных нейронов и всего мозга в целом: опорную, изоляционную, дренажную, транспортную, регулирующую ионный состав межклеточного пространства и объединяющую нейроны в группы. О функциональном значении глиии свидетельствуют факты увеличения количества глиальных клеток вокруг активно функционирующих нейронов. Кратковременное возбуждение нейронов приводит к увеличению вокруг них глиии за счет ее перемещения; длительные возбуждения нейронов вызывают увеличение глиии за счет процессов клеточного деления. Предполагают, что глиия, влияя на эффективность синаптической передачи, может участвовать в механизмах формирования временных связей при образовании условных рефлексов.

3.2.3. Электрические процессы в нейронах

Нервные клетки специализируются на переработке информации. Кроме этой особой функции они, как и другие клетки, должны обеспечивать поддержание собственной структуры и функций, приспосабливаться к изменившимся условиям и оказывать регулирующее влияние на соседние клетки – например, путем формирования синаптических структур, с которыми они образуют синапсы. Механизмы нейрональной пластичности (функциональной адаптации нейронов) и межклеточных взаимодействий до сих пор до конца не выяснены, однако они определяют развитие нормальных функций нервной системы и иннервируемых органов и непосредственно участвуют в процессах обучения и памяти.

Электрические процессы в нервных клетках включают наличие постоянного потенциала покоя и медленных и быстрых изменений его при возбуждении. Потенциал покоя является мембранным потенциалом нервной клетки и обусловлен неравномерным распределением электролитов по обе стороны клеточной мембраны. Внутри нервной клетки содержится большое количество органических анионов и катионов. В наружной среде нервной клетки катиона K^+ примерно в 40 раз меньше, а концентрация анионов Na^+ в 10–12 раз выше, чем внутри нее.

Нервная клетка, подобно другим клеткам организма, ограничена липопротеиновой мембраной, которая является хорошим электрическим изолятором. По обе её стороны, между содержимым клетки и внеклеточной жидкостью, существует электрическая разность потенциалов – мембранный потенциал, который оказывает влияние на процессы трансмембранного обмена веществ. В нервной клетке изменение мембранного потенциала составляет основу её деятельности – переработку информации.

Мембранный потенциал долго сохраняется постоянным потенциалом покоя нервной клетки, если только она не активизируется какими-то внешними воздействиями. *Потенциал*

покоя – это разность между электрическими потенциалами внутри и вне клетки в состоянии покоя, он играет важную роль в жизнедеятельности нервной клетки и организма в целом, составляет основу возбуждения и переработки информации, обеспечивает регуляцию деятельности внутренних органов и опорно-двигательного аппарата посредством запуска процессов возбуждения и сокращения в мышце.

Для создания разницы ионных концентраций и восполнения их потерь в мембране нервной клетки действует система мембранного насоса (помпа), который осуществляет активный транспорт ионов против градиента концентрации и используют для этого энергию нейронного метаболизма.

Ионный насос – это транспортная система, обеспечивающая перенос иона с непосредственной затратой энергии вопреки концентрационному и электрическому градиентам. Примером является Na/K – насос (помпа). В результате сопряженного транспорта Na^+ и K^+ поддерживается постоянная разновидность концентраций их внутри и вне клетки. Одна молекула аденозинтрифосфата (АТФ) обеспечивает один цикл работы Na/K -насоса: перенос трех ионов Na^+ за пределы и двух ионов K^+ внутрь клетки.

Насосы представляют собой белковые молекулы, обладающие свойствами переносчика и АТФ-азной активностью. Непосредственным источником энергии является АТФ. Существует несколько видов ионных насосов: натрий-калиевый, кальциевый, водородный и хлорный. Их специфичность заключается в том, что они переносят какой-то определенный ион или два иона. Наиболее существен натрий-калиевый насос, возвращающий K^+ внутрь клетки и выводящий из нее Na^+ . На внутренней стороне мембраны Na^+ соединяется с молекулой переносчика; образованный комплекс ион-переносчик проходит через мембрану; на наружной поверхности комплекс распадается, высвобождая ион Na^+ и соединяясь с ионом K^+ , транспортирует его внутрь. Источником энергии для работы насоса служит расщепление АТФ ферментом АТФ-азой, выполняющим функцию переносчика.

У различных нейронов величина мембранного потенциала колеблется от -80 до -40 мВ, она в значительной степени зависит от особенностей его деятельности и функционального состояния. При уменьшении величины мембранного потенциала покоя (деполяризации) возбудимость возрастает, при увеличении мембранного потенциала (гиперполяризации) – снижается. Возбуждение нервной клетки связано с развитием нервного импульса, который возникает при быстром сдвиге мембранного потенциала в положительном направлении. Нервный импульс, или потенциал действия, представляет собой кратковременное изменение мембраны, при которой изменяется полярность с минуса на плюс. В момент его пика мембрана становится заряженной внутри не отрицательно, а положительно до $+50$ мВ. Амплитуда составляет 110 – 130 мВ и длится около 1 мс.

Нервные импульсы способны быстро и надежно распространяться по мембране тела и аксона нервной клетки. Способность к распространению возбуждения связана с тем, что в это время происходит изменение знака заряда в возбужденном участке мембраны. Между ним и невозбужденными соседними участками мембраны возникают локальные электрические токи, под действием которых происходит деполяризация новых соседних участков, что приводит к формированию в них потенциала действия. Разновидность активного проведения возбуждения выявлена и на определенных участках дендритов некоторых нейронов.

Далее это возбуждение (потенциал действия) передается другому нейрону или какой-то другой клетке, например мышечной, железистой и др.

Возбуждение от тела нервной клетки переходит на аксоны. Аксоны разных нервных клеток объединяются в пучки и представляют собой нервы или нервное волокно. Отростки нервных клеток могут быть покрыты одним видом оболочек – *шванновской*, и носит название безмякотного волокна. Скорость проведения нервного импульса до 30 м/с. Другой вид

покрытия нервного волокна имеет два вида оболочек – шванновскую и миелиновую. Он называется *мякотным*. Скорость проведения нервного импульса по такому виду волокна увеличивается в 2–4 раза и колеблется в пределах от 60 до 120 м/с.

Потенциалы действия всегда возникают при деполяризации мембраны примерно до -50 мВ. Уровень потенциала, при котором деполяризация дает начало потенциалу действия, называется *порогом*. При таком пороговом потенциале заряд мембраны становится нестабильным; он нарушается из-за быстрого нарастания потенциала действия до пика. Это состояние автоматического прогрессирующего нарушения мембранного заряда называется *возбуждением*, оно длится от 0,5 до 1 мс и подобно взрыву характеризуется мощностью и быстрым прекращением. После фазы деполяризации наступает процесс восстановления заряда мембраны, присущего состоянию покоя.

Клетки, в которых можно вызвать потенциалы действия, называются *возбудимыми*. Возбудимость является типичным свойством нервных и мышечных клеток. Каждый тип клеток имеет постоянный для данного типа временной ход потенциалов действия. Он практически не зависит от частоты возбуждения клетки. Поскольку форма потенциалов действия постоянна, возбуждение протекает по закону «все или ничего».

3.2.4. Синапсы

Соединение между окончанием аксона и нервной клеткой, мышечной клеткой или клеткой железы получило название *синапс*. Представление о синапсах связано с Ч. Шеррингтоном (1935 г.), высказавшем предположение о существовании специальных структурно-функциональных образований, обеспечивающих контакты между нейронами. У человека чаще встречаются химические синапсы, в которых вырабатывается химически активное вещество, вызывающее возбуждение или торможение в мембране соседней клетки. Синапс работает по принципу клапана.

В нормальных условиях мембраны пре- и постсинаптической области отделены друг от друга синаптической щелью шириной 10–50 нм. При такой ширине электрическая передача импульса практически невозможна из-за значительной потери тока во внеклеточной среде. Поэтому химическая передача представляет собой необходимый усиливающий механизм.

Синапсы играют важную роль в деятельности нервной системы. Во-первых, если бы синапсы не работали по принципу клапана, сложно было бы упорядочить деятельность центральной нервной системы.

Во-вторых, эффективность синапсов может подвергаться модификации; например, передача происходит лучше при частом использовании синапсов, чем при более редком или при полном их бездействии. Таким образом, синапсы обладают определенной степенью пластичности и поэтому участвуют в таких функциях, как обучение и память. В-третьих, синапсы являются точкой приложения многих фармакологических веществ, например, блокируя нервно-мышечную передачу (рис. 7).

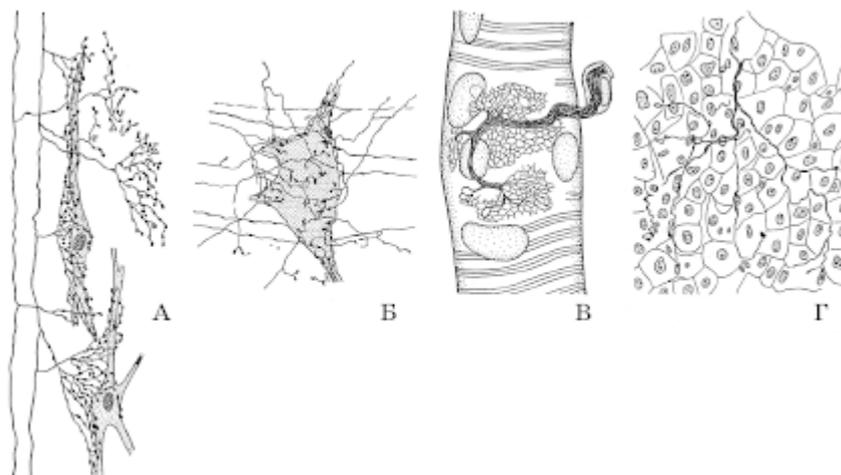


Рис. 7. Виды синапсов (по Г.И. Полякову).

А – синапсы чувствительных нейронов с нейронами серого вещества спинного мозга; Б – синапсы сенсорных нейронов с нейронами ретикулярной формации ствола; В – моторный нейрон в контакте с мышечным волокном; Г – контакты нейронов с клетками печени

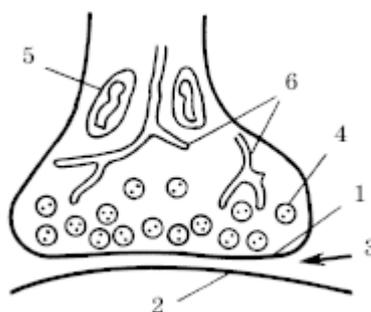


Рис. 8. Строение химического синапса (В.А. Дубынин и др., 2003).

1 – пресинаптическая мембрана; 2 – постсинаптическая мембрана, 3 – синаптическая щель; 4 – везикулы (синаптические пузырьки) с медиатором; 5 – митохондрии; 6 – эндоплазматическая сеть (ЭПС)

Синапс включает в себя три компонента: *пресинаптический*, *постсинаптический* и *синаптический*, т. е. содержит элементы и первого и второго контактирующих нейронов. Пресинаптическая и постсинаптическая части разделены синаптической щелью (рис. 8).

Классификация синапсов центральной нервной системы проводится по нескольким признакам. По способу передачи сигналов: *химические* (наиболее распространенные в ЦНС) синапсы, в которых посредником (медиатором) передачи является химическое вещество; *электрические*, в которых сигналы передаются электрическим током; смешанные синапсы – *электрохимические*. В зависимости от местоположения синапсы делятся на *аксосоматические*, *аксодендрические*, *аксоаксонные*, *дендросоматические*, *дендродендритные*. По эффекту – возбуждающие и тормозящие.

Контактировать между собой могут разные части нервной клетки. В зависимости от того, какая часть нейрона образует синаптический контакт, в нервной системе различают 7 основных морфологических типов синапсов. Чаще встречаются аксо-дендрические и аксо-соматические синапсы. Их можно встретить в любой части нервной системы. Реже встречаются аксо-аксональный и дендро-дендрический. Совсем редки такие виды как дендро-соматический, сомато-соматический и сомато-дендрический.

Химические синапсы – это преобладающий тип у человека. В них пресинаптическая часть представлена утолщением аксона в виде бутона. Наиболее характерной структурой пре-синапса являются синаптические пузырьки; их вид, размеры и содержание определяют тип синапса. Внутри пузырьков содержится химически активное вещество-медиатор, участвующий в синаптической передаче. Размер пузырьков в диаметре от 20 до 120 нм. Кроме медиатора, пузырьки содержат фермент – АТФ-азу, обеспечивающую энергией процесс захвата и секреции медиатора, ионы кальция. Медиатор выделяется пресинаптическим окончанием, проходит через синаптическую щель и оказывает действие на постсинаптическую мембрану, изменяет проводимость. Выделение медиатора в синаптическую щель происходит вследствие деполяризации пресинаптической мембраны, при которой мембраны открывают каналы для Ca^{++} , он, входя внутрь, способствует слиянию пузырьков с мембраной. Количество выделяемого медиатора контролируется величиной деполяризации. В качестве медиаторов выступают такие химические вещества, как ацетилхолин; катехоламины (адреналин, норадреналин, серотонин и дофамин); аминокислоты (гамма-аминомасляная кислота, глицин, глутамат и др.); пептиды. Первые две группы медиаторов синтезируются из предшественников, а аминокислоты и пептиды – результат длинных цепей мозгового метаболизма.

Синаптические связи между нейронами могут осуществляться как одиночными синапсами различного вида, так и посредством сложных комплексов, которые строятся на двух основных принципах – *конвергенции* и *дивергенции*. В *центре* конвергентного комплекса находится один постсинаптический элемент (тело нервной клетки или участок отростка), на котором оканчиваются несколько пресинапсов различного происхождения. Такого рода комплексы широко представлены в структурах спинного мозга, ствола головного мозга, в среднем и промежуточном мозге. В дивергентных синаптических комплексах наоборот – одна пресинаптическая часть контакта оказывает влияние на несколько постсинаптических элементов. Такие комплексы часто встречаются в мозжечке, стволе мозга и таламусе.

Особую разновидность синаптических контактов составляют нейромышечные и нейросекретные окончания. Наиболее изученными являются нейроэффektorные контакты на поперечнополосатых скелетных мышцах. Аксон мотонейрона подходит к мышечному волокну (чаще – к нескольким, иногда – к нескольким десяткам) и в непосредственной близости от мышцы теряет миелиновую оболочку, разветвляется на тончайшие терминальные веточки – телодендрия. Телодендрия вдавливаются в углубление мышечного волокна. Морфологически этот контакт сильно отличается от межнейронных синапсов.

Контакт аксонов с железистыми клетками характеризуется малыми размерами синаптической щели (20–30 нм) и большим числом терминальных ветвлений на одном железистом элементе. В контактах подобного типа часто присутствуют синаптические пузырьки с различным содержимым. Нейросекреторные окончания образованы отростками специализированных клеток, которые выделяют в кровь, в спинномозговую жидкость и в межклеточные пространства биологически активные вещества – нейрогормоны. Последние могут быть разной химической природы и действуют либо непосредственно на клетки-мишени, либо оказывают через кровь, лимфу и межклеточную жидкость длительное воздействие на клетки организма.

3.3. Спинной мозг

Спинной мозг представляет собой филогенетически древний отдел нервной системы, в организации которого сохраняются черты сегментарного строения, которое присуще более низкому развитию нервной системы. Примером является нервная система дождевого червя. Спинной мозг, учитывая его филогенетически более древнее происхождение, в процессе внутриутробного развития успевает созреть до такого состояния, что к моменту рождения ребенка способен выполнять возложенную на него функцию. Он выполняет основные функции, необходимые для существования ребенка.

Спинной мозг располагается в костном канале, образованном позвоночным столбом. Костная структура оберегает его от повреждений. Спинной мозг имеет форму цилиндрического шнура, покрыт тремя видами оболочек: твердой, паутинной и мягкой. Длина его равна 42–45 см, вес – около 30 г. У новорожденного длина спинного мозга 18 см, у взрослого человека тянется от верхнего края 1 шейного позвонка до верхнего края 2-го поясничного. У новорожденного ребенка он оканчивается на уровне нижнего края 2-го поясничного позвонка или даже несколько ниже.

Спинной мозг состоит из пяти отделов: шейного, грудного, поясничного, крестцового и копчикового. Каждый из отделов делится на сегменты. Всех сегментов – 31. Так, шейный отдел состоит из 8 сегментов, грудной – из 12, поясничный – из 5, крестцовый – из 5 и копчиковый – из одного (рис. 9).

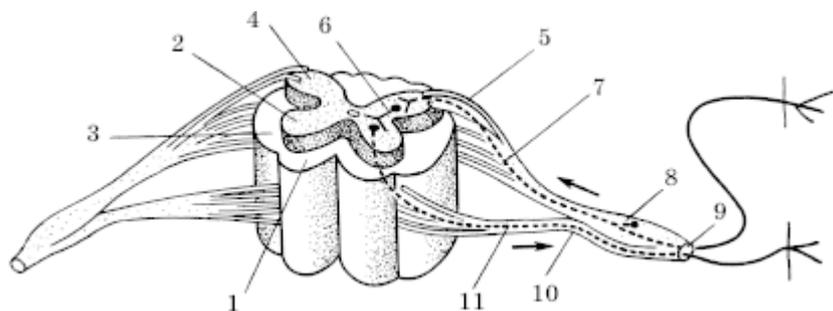


Рис. 9. Поперечный разрез спинного мозга (В.А. Дубинин и др. 2003).

1 – передний канатик белого вещества спинного мозга; 2 – передний рог серого вещества спинного мозга; 3 – боковой канатик; 4 – задний рог; 5 – задний корешок спинно-мозгового нерва; 6 – вставочный нейрон; 7 – чувствительный нейрон; 8 – спинно-мозговой узел; 10 – передний корешок спинно-мозгового нерва; 9 – спинно-мозговой нерв; 11 – двигательный нейрон

Сегмент – участок спинного мозга, от которого отходит одна пара спинномозговых нервов, или четыре корешка (два двигательных и два чувствительных).

Анатомически спинной мозг по всей длине разделен на две симметричные половины срединными бороздами: передней и задней. По бокам имеются боковые борозды: передняя и задняя, которые соответствуют местам выхода корешков спинномозговых нервов. Вблизи спинного мозга в области межпозвоночного отверстия передние и задние корешки соединяются в единый *спинномозговой нерв*. Каждый задний корешок у места его соединения с передним имеет утолщение, *спинномозговой узел*, содержащий тела чувствительных нейронов, аксоны, которые в составе задних корешков вступают в спинной мозг. В связи с особенностями развития спинного мозга у детей старшего возраста и у взрослых людей спинной мозг короче позвоночника. Спинномозговые нервы грудных и пояснично-крестцовых

сегментов проходят некоторое расстояние внутри позвоночного канала, образуя *пучок нервов – конский хвост*, и выходят из межпозвоночных отверстий на уровне соответствующих позвонков.

В центре спинного мозга расположено *серое вещество* – скопление *нервных клеток*, окруженное белым веществом, образованным нервными волокнами.

Серое вещество спинного мозга состоит из тел нейронов и их отростков, располагается в центре спинного мозга и имеет характерную форму в виде «бабочки» с расправленными крыльями. По центру серого вещества проходит центральный канал неодинакового просвета. У взрослых просвет канала сообщается с полостью четвертого желудочка, внизу, в области мозгового конуса, он наиболее широкий, достигает в диаметре 1 мм. В сером веществе с каждой стороны различают передние и задние рога, между ними расположено *промежуточное вещество* – центральное и боковое. На уровне С8 – Т3 боковое *промежуточное вещество* образует с каждой стороны *боковой рог*. Между боковым рогом и наружным краем заднего рога расположено серое вещество в виде тонких отростков, проникающих в белое вещество и образуя сетчатое образование. Передний рог значительно толще, но короче заднего, в то время как задний, более тонкий и длинный, достигает наружной поверхности мозга. В *переднем роге* располагаются *тела двигательных клеток*, образующие ядра, от которых отходят двигательные корешки. Двигательные нейроны, или мотонейроны, обладают крупным телом, длинными ветвящимися дендритами, проникающими за пределы серого вещества, и длинными толстыми аксонами, иннервирующими мышцы. В *заднем роге* находятся клетки вторых нейронов *болевой и температурной чувствительности*, проприорецепторов, к которым подходят в составе спинных чувствительных корешков центральные отростки клеток спинномозговых узлов, здесь расположены тела *промежуточных нейронов* (интернейронов). *Интернейроны* имеют небольшие размеры тела, короткие дендриты и аксоны различной длины. В боковых рогах спинного мозга расположены *вегетативные нейроны*, представляющий собой аппарат регуляции вегетативных функций. В окружности центрального канала, а главным образом в *боковых рогах* серого вещества, сосредоточены клетки симпатической части автономной нервной системы. Волокна их выходят из спинного мозга в составе передних корешков.

Клетки нейроглии спинного мозга на значительном протяжении покрывают поверхность нейронов, причем отростки глиальных клеток направлены, с одной стороны, к телам нейронов, а с другой, часто контактируют с кровеносными капиллярами, являясь, таким образом, посредниками между нервными клетками и источниками их питания (Г.И. Поляков, 1973).

Белое вещество спинного мозга представляет собой совокупность большей частью *мякотных и безмякотных волокон и нейроглии*. Нервные волокна белого вещества являются *нисходящими и восходящими* проводниками. В белом веществе выделяют три пары канатиков: *передние, боковые и задние*. Различают волокна, объединяющие несколько сегментов спинного мозга и волокна, объединяющие спинной и головной мозг. В их составе различают восходящие и нисходящие пути (рис. 10).

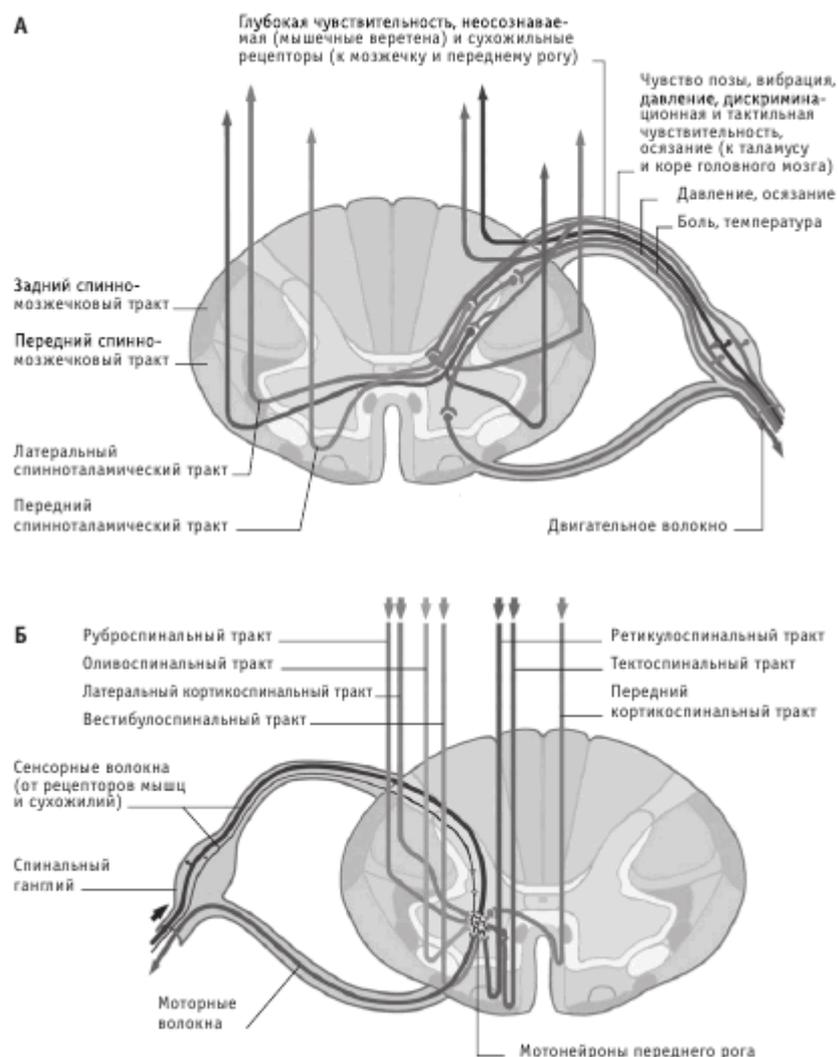


Рис. 10. Проводящие пути.

А – восходящие пути; Б – нисходящие пути

Восходящие пути. Спинальный мозг по восходящим путям передает импульсы в надсегментарные уровни головного мозга. Восходящие пути передают импульсы от *проприорецепторов* по волокнам спинобульбарных пучков Голля и Бурдаха (задние столбы белого вещества), от *болевых* и *температурных* рецепторов – по боковому спиноталамическому пути, от *тактильных* рецепторов – по внутреннему спиноталамическому пути.

Спинобульбарные пути занимают большую часть задних канатиков белого вещества и подразделяются на два пучка: *центральный Голля* и *боковой Бурдаха*. Боковой пучок Бурдаха собирает ощущения от мышц и суставных связок с верхних 19 сегментов спинного мозга, а центральный пучок Голля – с нижних сегментов. Промежуточные центры этих проводящих путей находятся в продолговатом мозге в ядрах нежном и клиновидном.

Спиноталамические пути в составе боковых и вентральных канатиков проводят импульсы болевой и температурной чувствительности. Волокна спиноталамического пути заканчиваются на нейронах таламических ядер промежуточного мозга.

Спиномозжечковые пути боковых и вентральных канатиков белого вещества разделяются на задний и передний пучок. В состав заднего пучка входят волокна, несущие информацию от рецепторов мышц и сухожилий, болевых и тактильных рецепторов кожи. Основная масса волокон заднего пучка оканчивается в коре мозжечка. Передний пучок проводит информацию от целой группы мышц. Нейроны активируются от рецепторов всех мышц,

принимающих участие в данном движении, благодаря чему мозжечок получает информацию о положении всей конечности или части тела.

Нисходящие пути. Нисходящие пути спинного мозга проходят в составе пирамидных (передние и боковые столбы) и экстрапирамидных путей: ретикулоспинального, руброспинального, тектоспинального, вестибулярного и оливоспинального пучков.

Пирамидный, или двигательный, путь образован длинными *аксонами гигантских клеток Беца* коры головного мозга. У человека в составе данного пути насчитывается около миллиона волокон, 90 % их миелинизировано и имеют высокую скорость проведения импульса – до 120 м/с. В нижней части продолговатого мозга примерно 80–90 % волокон переходит на противоположную сторону и формирует два тракта. Большая же часть их проходит в составе бокового канатика, меньшая – в составе переднего канатика. Человек имеет наиболее развитый и дифференцированный пирамидный тракт, который имеет многочисленные прямые связи пирамидных волокон с мотонейронами, что позволяет человеку сознательно контролировать выполнение тонких дифференцированных движений дистальных отделов конечностей – кисти и пальцев.

Экстрапирамидные тракты весьма многочисленны и наиболее важные.

Ретикулоспинальный тракт, который представлен аксонами нейронов ретикулярной формации моста и продолговатого мозга. От ядер сетчатого образования начинается сетчатоспинномозговая, или *ретикулоспинальный путь*, – это сложное образование, включающее волокна, которые различаются по скорости проведения импульсов и по характеру воздействия. Эти волокна оканчиваются как непосредственно на клетках передних рогов, так и на вставочных нейронах спинного мозга.

Руброспинальный тракт начинается от *красного ядра* среднего мозга и идет к сегментам спинного мозга. Этот тракт обеспечивает поддержание мышечного тонуса скелетной мускулатуры.

Вестибулоспинальные тракты активируют двигательные системы спинного мозга, связанные с равновесием тела и направлением движения. Они представлены аксонами крупных нейронов вестибулярных ядер продолговатого мозга и моста, на которых оканчиваются волокна различного происхождения – от коллатералей пирамидного тракта до прямых входов от органа равновесия.

Тектоспинальный тракт берет начало в глубоких слоях передних бугров среднего мозга и проходит по белому веществу спинного мозга в составе передних канатиков. Он контролирует координацию движений головы и туловища в ответ на зрительные и звуковые сигналы.

Межпозвоночные узлы. Узлом в нейрофизиологии называют скопление нервных клеток. Межпозвоночные, или спинномозговые, узлы представляют скопления чувствительных нервных клеток, одетые плотной соединительнотканной оболочкой. Они лежат в межпозвоночных отверстиях. Нервные клетки узлов имеют круглую форму, одноотростчатые – униполярные. Отросток клетки Т-образно ветвится, один конец его направляется к периферии, участвуя в образовании чувствительного периферического волокна, другой – в составе заднего корешка вступает в спинной мозг. Таким образом, волокна задних корешков отходят от клеток межпозвоночных узлов, лежащих вне спинного мозга.

Сплетения. В районе межпозвоночного узла передний двигательный корешок спинного мозга сливается с задним корешком, чувствительным, образуя смешанный нерв. Передние ветви смешанных спинномозговых нервов образуют сплетения, из которых возникают уже периферические нервы. Всех сплетений пять: шейное, плечевое, поясничное, крестцовое и копчиковое.

Спинной мозг выполняет две функции: сегментарную, или *рефлекторную*, и *проводниковую*, или *функцию проводящих путей*, и являются базой для безусловных рефлексов,

обеспечивая спинномозговую двигательную и чувствительную иннервацию определенных участков тела.

Рефлекс. В биологические науки термин рефлекс введен в XVII в. французским философом-материалистом и естествоиспытателем Р. Декартом.

Различают рефлексы *безусловные* и *условные*. Они могут быть простыми и сложными.

Безусловный рефлекс – это определенная постоянная и врожденная реакция организма на раздражение, действующее на него извне или изнутри (И.П. Павлов). Безусловный рефлекс может быть постоянным и врожденным; условный рефлекс приобретает в течение жизни человека. Как тот, так и другой рефлекс реализуется посредством нервной системы.

Нервный аппарат, с помощью которого осуществляется рефлекс, носит название *рефлекторной дуги*.

Рефлекторная дуга состоит из *трех частей*: приводящего, *центростремительного*, воспринимающего раздражение и доводящего чувствительный импульс до центра рефлекторной дуги; центра рефлекторной дуги и *центробежного*, отводящего, передающего нервный импульс от центра дуги рабочему органу. Рефлекторные дуги сложных рефлексов имеют четвертую часть – *вставочную* – между афферентным путем и центром дуги. Эта часть может состоять из одного или нескольких нейронов.

В дуге простого безусловного спинномозгового рефлекса приводящей частью является чувствительный нерв, центром – клетка переднего рога спинного мозга, отводящей частью – двигательный нерв. Примером такого рефлекса может служить коленный рефлекс: удар неврологического молоточка под коленкой вызывает в ответ сокращение четырехглавой мышцы бедра (рис. 11).

Чувствительное раздражение, воспринимаемое концевым нервным аппаратом, заложенным в связке, по волокнам заднего корешка передается клетке переднего рога, откуда идет уже двигательный импульс к четырехглавой мышце, вызывающий её сокращение.



Рис. 11. Коленный рефлекс (А.В. Коробов, С.А. Чеснокова, 1987)

Нарушение целостности какой-нибудь части дуги ведет к выпадению рефлекса и имеет огромное значение для клиники нервных болезней, где рефлекс является основным методом исследования каждого больного.

Сложные безусловные рефлексы связаны с деятельностью мозгового ствола, где замыкаются дуги рефлексов: рвотного, кашля, зевоты и др.

Условнорефлекторная деятельность осуществляется корой головного мозга и ближайшими к коре образованиями подкорковой области.

В зависимости от местоположения чувствительных нервных клеток, с которыми связаны рефлексы, они делятся на проприоцептивные, *экстероцептивные* и *энтероцептивные*.

Проприоцептивные рефлексы возникают в ответ на раздражения, воспринимаемые рецепторами, расположенными в волокнах мышц, сухожилиях мышц, в суставных связках. Примером такого рефлекса может служить коленный рефлекс.

Экстероцептивные рефлексы связаны с рецепторами, расположенными в коже, слизистой оболочке глаз, полости носа, рта.

Энтероцептивные рефлексы возникают в ответ на раздражения, идущие от внутренних органов.

Таким образом, спинной мозг, являясь главным «исполнительным отделом» центральной нервной системы, в то же время участвует в первичной обработке проприо-, висцеро- и экстероцептивных кожных сигналов, осуществляет координационно-интегративную рефлекторную функцию на сегментарном уровне и обеспечивает обратную афферентацию от проприоцептивного аппарата к управлению отделом головного мозга.

3.4. Головной мозг

Головной мозг является центральной частью нервной системы, регулирующий взаимоотношения организма с окружающей средой, управляя поведенческими реакциями и функциями. Расположен он в мозговой части черепа и занимает все пространство. Кости черепа предохраняют его от механических повреждений. Головной мозг как по строению, так и по функции представляет исключительно сложный орган. Это высший центр связи организма с внешней средой и регуляции внутренней среды организма через систему внешних и внутренних рецепторов. Вся информация поступающая в головной мозг, подвергается сложному анализу и синтезу, в результате этого образуются ответные командные импульсы, регулирующие деятельность периферии. При жизни мозг имеет полужидкую консистенцию, белого цвета. Вес головного мозга взрослого человека находится в пределах от **900** до **2000** г. Вес его определяется конституциональными и индивидуальными особенностями человека. Средний вес мозга мужчины – **1300–1400** г, женщины – **1200–1300** г. Нормальный вес мозга новорожденного ребенка – от 350 до 400 г. Объем головы новорожденного 35 см + 2 см.

Самый большой вес головного мозга только у слона (**4000** г) и кита (2800 г). Отношение веса головного мозга к весу тела у человека значительно превышает таковое у животных.

Наибольшее развитие головной мозг претерпевает в первый год жизни ребенка. К концу первого года его вес доходит до 800 г. В первые три года жизни идет созревание структур мозга, позволяющих формироваться психическим функциям. Одной из первых психических функций является речевая деятельность. Считается, что мозг человека продолжает формироваться и созревать до 18–20 лет.

При оценке интеллектуального развития имеет значение не только социальные условия развития человека (воспитание, образование), но и качество структуры корковых систем в целом или отдельных областей коры больших полушарий за счет особого развития клеток и богатства их связей и качество нервных процессов, протекающих в клетках коры больших полушарий.

3.4.1. Продолговатый мозг

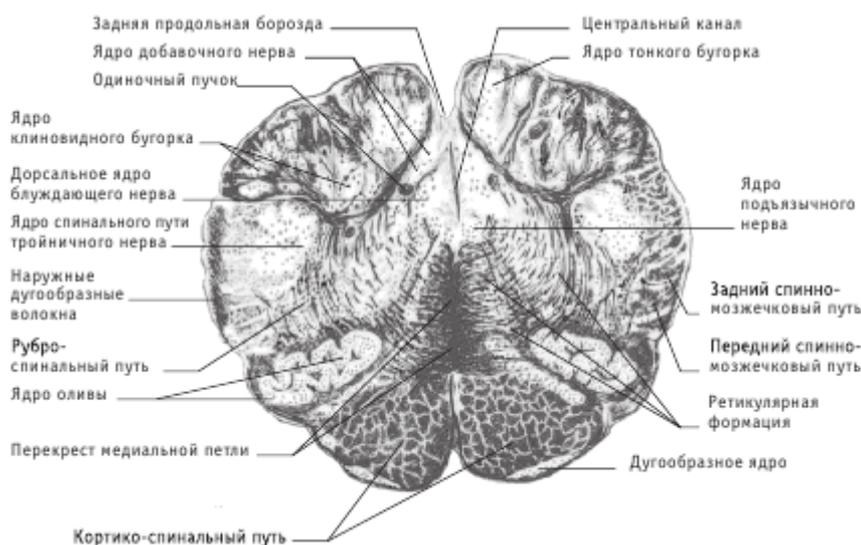


Рис. 12. Продолговатый мозг, поперечный разрез. Указаны ядра и проводящие пути

Продолговатый мозг является одним из отделов головного мозга, так называемый бульбарный мозг (лат. *Vulbus* – луковица). Он имеет форму усеченного конуса, расширенной частью направленной вверх (рис. 12). Длина его около 30 мм, ширина у основания – 10 мм, а у вершины – 24 мм. В нижней части проходит условная граница со спинным мозгом. Это место выхода первой пары спинномозговых нервов. В верхней части продолговатый мозг граничит с мостом мозга. Эта граница четко обозначена. Основную массу продолговатого мозга составляет белое вещество, которое представляет собой проводящие пути. В передней части продолговатого мозга располагаются нисходящие проводящие, или двигательные, пути, которые начинаются от центров в коре головного мозга и направляются к мышечной системе организма. В задней части продолговатого мозга располагаются восходящие или чувствительные пути, которые начинаются от периферии и через центры спинного мозга тянутся к чувствительным центрам коры головного мозга. В толще белого вещества в виде вкраплений или островков расположено скопление серого вещества, или нервных клеток. Скопления серого вещества называется *ядрами*. Ядра продолговатого мозга разделяются на две группы: *собственные ядра мозга* и *ядра черепно-мозговых нервов*. Характерной структурой продолговатого мозга является *ретикулярная формация* – скопление нейронов со специфическими свойствами, основная масса которых занимает центральную часть продолговатого мозга.

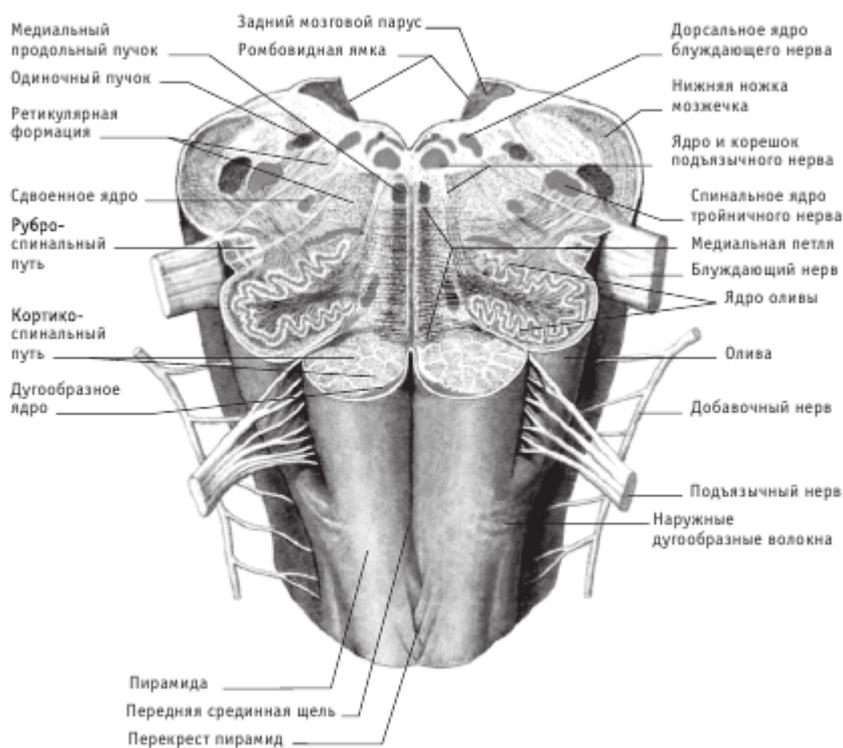


Рис. 13. Продолговатый мозг, вид сверху и спереди.

Указаны выходы черепно-мозговых нервов, ядра, проводящие пути

К собственным ядрам мозга относятся *оливы*, нежные и клиновидные.

Ядра черепно-мозговых нервов расположены в продолговатом мозге с IX по XII пары (рис. 13).

Функции, выполняемые продолговатым мозгом разнообразны. Рефлексы, осуществляемые его структурами, можно разделить на вегетативные, соматические и реализации *сенсорных функций* (вестибулярная рецепция, вкус). Отдельно выделяется функции, обу-

словленные наличием в нем *ретикулярной формации* и связанные с регуляцией дыхания, сердечно-сосудистой деятельностью и тоническими влияниями на спинной мозг и кору больших полушарий.

На передней поверхности продолговатого мозга расположена срединная борозда, как и на спинном мозге. По бокам от неё с обеих сторон находятся по две возвышенности – *пирамиды* и отделенные от них бороздой *оливы*.

Пирамиды представляют собой утолщение белого вещества и являются двигательными волокнами, представляющими *двигательный*, или *пирамидный*, путь. Такое название он получил из-за пирамидных клеток, дающих ему начало. В нижней части продолговатого мозга волокна двигательного пути совершают перекрест. За счет этого перекреста левое полушарие головного мозга иннервирует правую половину туловища и конечностей, а правое полушарие – соответственно левую половину человеческого тела.

Оливы представляют собой возвышение, обусловленное расположением скопления серого вещества или нервных клеток. Они являются промежуточными ядрами равновесия и работают совместно с зубчатыми ядрами мозжечка, обеспечивая статическое состояние мышечной системы организма. Благодаря этому осуществляется работа этой системы.

На задней поверхности по бокам от задней продольной бороздки расположены канатики, которые переходят в нижние ножки мозжечка, окаймляя снизу ромбовидную ямку. У нижнего угла ромбовидной ямки они образуют утолщения – по два бугорка с каждой стороны от центральной борозды – *нежный* и *клиновидный*, отделенные друг от друга бороздкой. Эти ядра являются промежуточными центрами глубоких видов чувствительности, или *мышечно-суставным чувством*.

Из боковых борозд продолговатого мозга выходят IX, X, XI и XII пары черепно-мозговых нервов.

IX пара черепно-мозговых нервов – языкоглоточный нерв. Он имеет отношение как к соматической, так и к вегетативной иннервации, в его состав входят двигательные, чувствительные, специальные вкусовые и секреторные волокна. Некоторые ядра являются общими с X парой, блуждающим нервом. Языкоглоточный нерв имеет четыре ядра в продолговатом мозге.

Первое ядро, обеспечивает вкусовые ощущения от задней трети языка и нёба. *Второе ядро* – является общим с X парой и обеспечивает иннервацию среднего уха и глотки. *Третье ядро*, двигательное, является общим с блуждающим нервом и обеспечивает иннервацию глоточной мускулатуры. *Четвертое ядро* – вегетативное, оно обеспечивает иннервацию околоушной слюнной железы.

X пара черепно-мозговых нервов называется *блуждающим нервом*, он является не только соматическим, но и висцеральным. Этот нерв несет весьма разнообразную и сложную функцию для поперечнополосатой и гладкой мускулатуры, чувствительные и секреторные. Нерв имеет несколько ядер в продолговатом мозге, некоторые из них общие с языкоглоточным нервом. Двигательные волокна – соматические волокна для поперечнополосатой мускулатуры – начинаются из общего ядра с IX нерва, двигательные вегетативные – для гладкой мускулатуры (внутренние органы, кровеносные сосуды).

Блуждающий нерв своими двигательными волокнами иннервирует мускулатуру глотки (вместе с IX парой ч.м.н.), мягкого нёба, гортани и надгортанника, гладкую мускулатуру трахеи бронхов, пищевода, желудка, тонкого и верхней части толстого кишечника.

Чувствительные его волокна оканчиваются в мозговых оболочках, в глубине наружного слухового прохода, глотке, гортани, трахеи, бронхах, легких, желудочно-кишечного тракта и других органов брюшной полости.

Блуждающий нерв содержит секреторные волокна, иннервирующие слизистую желудка и поджелудочную железу, тормозящие волокна сердца и вазомоторные волокна, регулирующие кровоснабжение мышцы сердца.

XI пара черепно-мозговых нервов называется *добавочным нервом*, он похож на спинно-мозговой нерв. Клетки, дающие начало его волокнам, расположены в длинном ядре, спускающимся из продолговатого мозга в спинной мозг до уровня С1-С5. Он иннервирует две мышцы в области шеи. В его функцию входит обеспечение поворота головы в стороны, приподнимание плеча, лопатки, акромиальной части ключицы кверху, оттягивание плечевого пояса кзади и приведение лопатки к позвоночнику, а также поднимание плеча выше горизонтальной линии.

При поражении ядра, корешка или нерва развивается периферический или атрофический паралич иннервируемых мышц.

XII пара черепно-мозговых нервов, подъязычный нерв, является двигательным. Его ядра расположены на дне ромбовидной ямки, хвостатым своим отделом оно доходит книзу до I–II шейного сегмента. Корешки выходят между пирамидкой и оливами продолговатого мозга и сливаются в общий ствол, который выходит из черепа. Подъязычный нерв иннервирует мышцы языка. При поражении его развивается периферический паралич, или парез, соответствующей половины языка с атрофией и истончением мышц (при поражении ядра появляются фибриллярные подергивания). Одностороннее поражение не вызывает нарушения функции, т. к. происходит переход волокон за среднюю линию. Двустороннее поражение ведет к нарушению речи, которая становится неотчетливой, недостаточно понятной, заплетаящейся (дизартрия).

При полном двухстороннем поражении языка речь становится невозможной (анартрия), язык неподвижен, не может быть высунут изо рта. Затруднен процесс еды. Поражение ядра влечет фибриллярные подергивания мышц языка. При поражении ядра XII нерва одновременно с языком поражается, изолированно от всей мимической мускулатуры, *круговая мышца рта* (происходит истончение, складчатость губ, невозможность свистеть).

Функции продолговатого мозга чрезвычайно разнообразны. Рефлексы, осуществляемые его структурами, можно разделить на *вегетативные, соматические, рефлексы реализации сенсорных функций* (вкус, слух, вестибулярная рецепция). Выделяются функции продолговатого мозга, обусловленные наличием в нем *ретикулярной формации* и связанные *регуляцией дыхания, сердечно-сосудистой деятельностью и тоническими влияниями* на спинной мозг и кору больших полушарий головного мозга.

Вегетативные рефлексы продолговатого мозга осуществляются ядрами, имеющими отношение к парасимпатической системе. Ядро блуждающего нерва, состоит из отдельных подразделений, направляет аксоны своих нейронов к большей части внутренних органов (сердцу, пищеварительному тракту, органам дыхания, крупным пищеварительным железам и др.). Волокна блуждающего нерва в отношении органов брюшной и грудной полости являются как двигательными (для гладкой мускулатуры), так и секреторными (для железистых тканей и органов). Эффекторы влияния блуждающего нерва на гладкую мускулатуру кишечника, желудка, желчных путей проявляются в сокращении мускулатуры их стенок и расслаблении сфинктеров, что влечет за собой опорожнение этих органов. Блуждающий нерв может замедлять ритм сердца и уменьшать силу сокращений сердечной мышцы. Под его воздействием может происходить сужение бронхов (бронхоспазм). Блуждающий нерв оказывает секреторные влияния: усиливает секреции бронхиальных, желудочных, кишечных желез и возбуждает секреции поджелудочной железы, печеночных клеток.

Секреторный аппарат трех пар слюнных желез (подчелюстных, подъязычных и околоушных) активируются парасимпатическими частями ядер языкоглоточного и лицевого нер-

вов, при этом имеет место выделение водянистого секрета, симпатическое влияние способствуют образованию вязкой слюны.

Соматические рефлексы направлены на восприятие, переработку и проглатывание пищи, а также на поддержание позы. Защитные и пищевого поведения рефлексы связаны с деятельностью ядер тройничного нерва (иннервация жевательной мускулатуры), лицевого (иннервация мимической мускулатуры), языкоглоточного (иннервация мускулатуры глотки и языка), соматического двигательного ядра блуждающего нерва (иннервация гортани), добавочного (иннервация мышц шеи) и подъязычного нервов.

Функция защитных рефлексов – обеспечивает нормальную работу входных отделов пищеварительной и дыхательной систем и глаз путем удаления повреждающих агентов. Это рефлексы кашля, чихания, рвоты, слезоотделения и замыкания век.

Рефлексы пищевого поведения – сосание, жевание, слюноотделение, глотание, представляют собой сложную систему включения отдельных мышц групп головы, шеи, грудной клетки и диафрагмы. Они запускаются при раздражении рецепторов слизистой ротовой и носовой полости, глотки и гортани за счет возбуждения чувствительных веточек тройничного, языкоглоточного и блуждающего нервов. Большинство этих рефлексов могут осуществляться без участия вышележащих отделов центральной нервной системы. Это подтверждается при наблюдении за анэнцефалами (люди у которых отсутствуют большие полушария головного мозга), у них отмечаются данные рефлексы и проявляются они практически в том же объеме, как и у нормально развивающихся людей.

Среди соматических рефлексов продолговатого мозга особо выделяются рефлексы *поддержания позы*. Их действия связаны с крупным ядром предверно-улиткового нерва, которое состоит из нескольких подразделений, имеющих различные функции. *Чувствительное верхнее вестибулярное ядро* получает импульсы от рецепторов преддверия улитки и полукружных каналов. *Латеральное и медиальное вестибулярные ядра* дают нисходящие пути в виде вестибулоспинального тракта, оканчивающегося в передних рогах спинного мозга.

При возбуждении рецепторов вестибулярного нерва возникают *статические и статокинетические рефлексы*. *Статические рефлексы* направлены на изменение тонуса скелетной мускулатуры при изменении положения тела в пространстве, а также на перераспределение тонуса мышц, направленных на восстановление нормальной позы.

Статокинетические рефлексы обеспечивают сохранение позы человека в условиях изменения его прямолинейного движения или вращения. Осуществление этих рефлексов связано с рецепторами полукружных каналов, взаиморасположенных в разных плоскостях (фронтальной, сагиттальной и горизонтальной) и обеспечивают включение рецепторов при всех возможных направлениях перемещения тела в трехмерном пространстве.

В реализации сенсорных функций продолговатого мозга принимают участие *чувствительные ядра тройничного, лицевого (кожная рецепция), языкоглоточного и блуждающего нервов* (вкусовая рецепция), и ядра слухового нерва (функция слуха).

Ретикулярная формация – клеточная масса, лежащая в толще мозгового ствола от продолговатого мозга до промежуточного мозга. Она структурирована, не имеет четких границ. Внутри ее вкраплены чувствительные и двигательные ядра продолговатого, среднего и промежуточного мозга.

Впервые *ретикулярная формация* была описана В.М. Бехтеревым в 1898 г. как диффузное скопление разрозненных нервных элементов, пронизанных большим числом проходящих волокон и занимающих срединное положение в стволовых отделах головного мозга.

Нейроны ретикулярной формации характеризуются немногочисленными длинными, прямыми и маловетвящимися дендритами. В медиальной части ретикулярной формации расположены крупные и гигантские клетки, сконцентрированные в продолговатом мозгу в

гигантоклеточном ядре. Именно от этих клеток и отходят аксоны, формируя эффекторные пути, в частности, ретикулоспинальный тракт, пути к таламусу, мозжечку, базальным ганглиям, коре больших полушарий головного мозга.

В настоящее время полученные данные позволяют уточнить особенности строения и существенно расширить область локализации ретикулярных образований, которые объединяет ряд мозговых структур, начиная с промежуточной зоны спинного и заканчивая некоторыми отделами промежуточного мозга. Общими чертами их является наличие характерной формы нейронов, а также характер организации связей, который заключается в существовании большого числа афферентов, идущих от сенсорных образований, богатстве эфферентных проекций к моторным структурам разных уровней, в сходстве внутрицентральных связей ретикулярных областей различных отделов мозга. При этом объем ретикулярных образований возрастает в вышележащих отделах, и слабодифференцированные каудальные участки формации сменяются участками, где нейроны образуют густые скопления, что позволяет говорить о ретикулярных ядрах.

Исследование нейронного строения ствола головного мозга показало, что все ядерные образования можно разделить на три группы, в зависимости от того, насколько четко они отдифференцированы от ретикулярной формации. Наиболее отчетливо выделяются ядра III, IV, VI, XII нервов. Слабее отдифференцированы ядра V, VII и вентральное ядро X нерва. Практически не различаются по строению от ретикулярных клеток нейроны дорсального ядра блуждающего нерва.

Исследования последних лет показали, что ретикулярная формация оказывает тормозящее и облегчающее влияние на двигательные нейроны спинного мозга. При этом ретикулоспинальные пути, облегчающие активность спинного мозга, берут свое начало от каждого уровня ствола головного мозга. Пути, тормозящие двигательную активность, начинаются в продолговатом мозге, и их влияние двухстороннее. Ретикулоспинальные пути, начинающиеся от области моста мозга, тормозят двигательные нейроны сгибателей и активизируют мотонейроны разгибателей, в то время как волокна, идущие от продолговатого мозга оказывают обратное действие. Раздражение обширных областей ретикулярной формации ствола головного мозга приводит к ритмичным движениям, тремору, нередко сопровождающимся тоническими сокращениями. Таким образом, нисходящие влияния ретикулярной формации можно рассматривать с позиции участия этого образования в регуляции общего уровня рефлекторной возбудимости спинного мозга, а также статических рефлексов и простейших движений.

3.4.2. Мост мозга

Мост мозга имеет вид плотного валика, который состоит из поперечно идущих волокон и расположен на базальной его поверхности. От продолговатого и среднего мозга он отделен горизонтальными бороздами. Длина его составляет около 3 см, ширина – 3–3,5 см (рис. 14). По бокам мост мозга, суживаясь, переходит в средние ножки мозжечка. Из верхней горизонтальной борозды выходят корешки III и IV пар черепно-мозговых нервов, а из нижней – V, VI, VII пар. Задний отдел моста обращен в полость IV желудочка и является дном его переднего отдела. Границу с продолговатым мозгом образуют мозговые полоски, а со средним – верхний угол ромбовидной ямки.

Вся толща моста слоем поперечных волокон (трапециевидным телом) делится на *основание* и *покрышку*. В основании проходят *продольные* и *поперечные* волокна и разбросаны собственные ядра моста. *Поперечные волокна* связывают мост с мозжечком. *Продольные волокна* представляют собой пути, связывающие кору больших полушарий головного мозга с корой мозжечка.

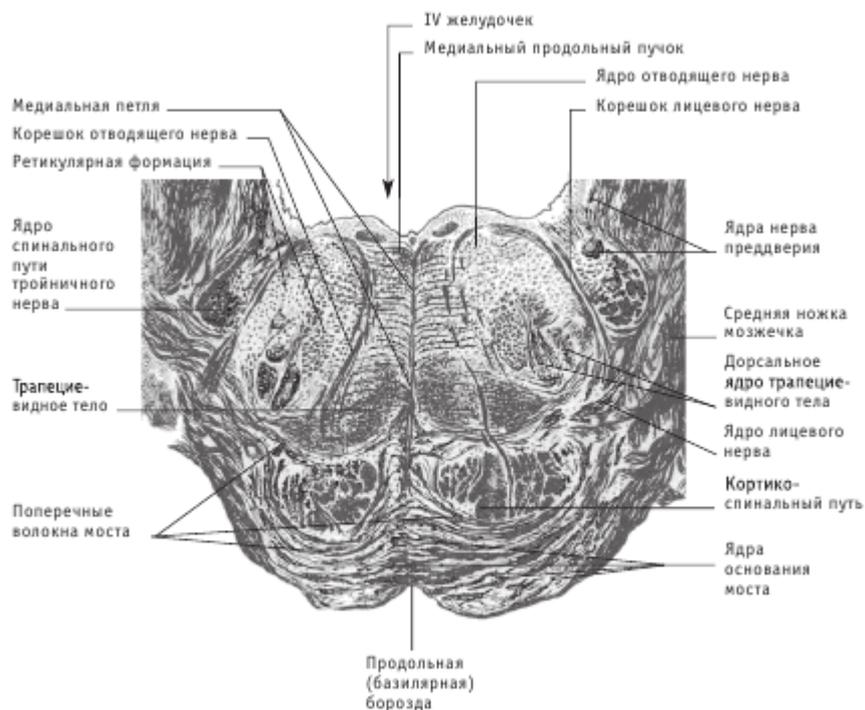


Рис. 14. Мост мозга, поперечный разрез.

Указаны ядра и проводящие пути

Покрышка моста содержит несколько образований, относящихся к слуховой сенсорной системе. Наиболее крупным из них является верхнеоливарный комплекс, длина которого около 4 мм. В его состав входит боковое ядро верхней оливы, состоящее у человека из нескольких групп нейронов средних размеров. Второе ядро комплекса – центральное ядро верхней оливы – представлено крупными мультиполярными нейронами и у человека выражено незначительно. Впереди от верхнеоливарного комплекса, среди волокон трапещевидного тела, располагаются небольшие ядра трапещевидного тела. Основной вход ко всем названным ядрам сформирован аксонами нейронов переднего кохлеарного ядра. Эфференты этих структур в составе боковой петли идут к задним холмам среднего мозга. Часть волокон дополнительно переключается в двух мелкоклеточных ядрах боковой петли.

Слуховые образования моста формируют и нисходящие связи. Так, эфференты ядер латеральной петли и верхнеоливарного комплекса направляются к ядрам ретикулярной формации. Нейроны верхней оливы дают начало оливо-кохлеарному тракту, идущему (сначала в составе вестибулярного, а затем слухового нервов) к волосковым клеткам кортиева органа, который регулирует их активность. От центрального ядра верхней оливы начинаются пути к моторным ядрам тройничного и лицевого нервов, что обеспечивает регуляцию натяжения барабанной перепонки в зависимости от уровня интенсивности приходящего звука. Проекция верхнеоливарного комплекса к ядру отводящего нерва проходит в составе медиального продольного пучка и обуславливают воздействие слуховых образований с глазодвигательным комплексом.

Мостовое ядро тройничного нерва является непосредственным продолжением нижнего ядра и имеет сходные связи. Афференты его представлены аксонами нейронов тройничного ганглия и проводят активность рецепторов области головы, лица, слизистой носа и ротовой полости, а также твердой мозговой оболочки. Часть эфферентов проходит (в составе медиальной петли) к таламическим ядрам, часть – к моторным ядрам VII, IX, X черепно-мозговых нервов.

В передних отделах покрышки сосредоточены двигательные ядра тройничного нерва, нейроны которого осуществляют иннервацию жевательных мышц и мышц среднего уха. Сзади от верхнеоливарного комплекса лежит двигательное ядро лицевого нерва, которое обеспечивает иннервацию мимических мышц и стремянковой мышцы среднего уха. Оба названных ядра имеют множество входов от сенсорных ядер черепно-мозговых нервов и способствуют протеканию таких рефлексов, как моргание, роговичный рефлекс, жевание, мимические движения. Кортиковые входы (в составе корково-нуклеарного тракта) обеспечивают влияние высших отделов мозга на эти реакции и возможность их производительного осуществления.

Вегетативное ядро лицевого нерва – верхнее слюноотделительное, элементы которого иннервируют слизистую носа и слёзные железы (через нейроны крылонебного узла), а также регулируют активность подчелюстной и подъязычной слюнных желёз (через элементы поднижнечелюстного узла). Ядро отводящего нерва, расположенное в мосту, относится к группе глазодвигательных нервов. Его нейроны иннервируют наружную мышцу глаза. Они связаны с верхней оливой и вестибулярными ядрами и обеспечивают сочетанный поворот глаз в сторону источника звука, а также поворот глаз с учетом движений головы в пространстве.

Пути моста делятся на систему продольных и поперечных связей. Продольные соединяют центры коры с ядрами черепно-мозговых нервов и ретикулярной формацией. Поперечные волокна связывают ядра моста с корой мозжечка – мосто-мозжечковым трактом. Они образуют мощные боковые отделы моста и переходят затем в средние ножки мозжечка, обеспечивают связь коры больших полушарий с корой мозжечка.

Четвертый желудочек мозга непарный, представляет полость, развившуюся из полости заднего мозгового пузыря. Он сообщается вверху через водопровод мозга с полостью третьего желудочка, внизу – с полостью спинного мозга, его центральным, или спинномозговым каналом. Кроме того, полость желудочка в трех местах сообщается с подпаутинным пространством.

Четвертый желудочек, как и все желудочки мозга, заполнен спинномозговой жидкостью, или ликвором, окружен спереди мостом и продолговатым мозгом, сзади и с боков – мозжечком. Сама его полость ограничена дорсально крышей четвертого желудочка, вентрально – дном его, и латерально с каждой боковой стороны – образующим угол краем.

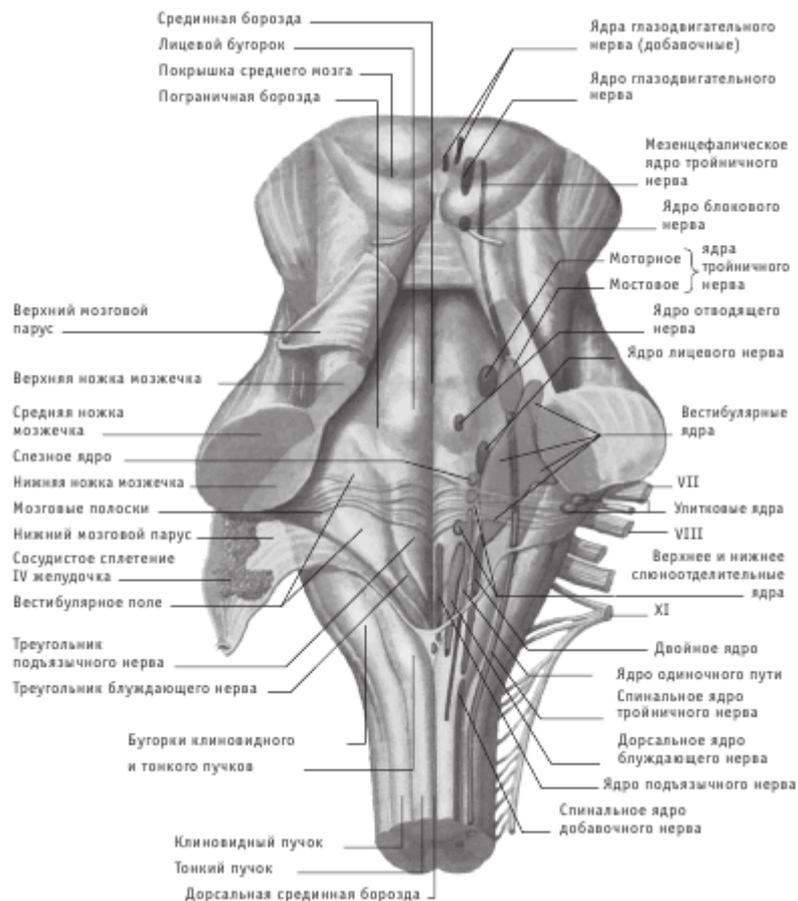


Рис. 15. Ромбовидная ямка (вид сверху).

Ствол головного мозга, вид сзади. Указаны проекции ядер, выходы черепно-мозговых нервов

Заднюю стенку, или крышу четвертого желудочка, образует, идя спереди назад, верхний мозговой парус, который ограничивается с боков обеими верхними мозжечковыми ножками и формирует переднюю, верхнюю, часть крыши; далее кзади крышу образует нижний мозговой парус с сосудистой покрышкой четвертого желудочка, выстланной изнутри эпителиальной пластинкой. Боковыми сторонами нижний парус прикрепляется к медиальным краям нижних мозжечковых ножек. Передний парус, сосудистую покрышку и нижний парус объединяют иногда общим названием «Крыша ромбовидной ямки».

Крыша имеет как бы форму шатра, и в месте перехода верхнего и нижнего парусов в червь мозжечка образуется угол шатра, верхушка, которая залегает на вентральной поверхности мозжечка.

В задней стенке четвертого желудочка имеется сосудистое сплетение, которое может в небольшом количестве вырабатывать ликвор.

Дно четвертого желудочка образует соответствующая по форме своему названию ромбовидная ямка, покрытая тонким слоем серого вещества. Ромбовидная ямка образована продолговатым мозгом и мостом мозга и простирается от водопровода кпереди до спинного мозга кзади. Её острые углы направлены: передний – к большому мозгу, задний – к спинному мозгу; тупые углы – к латеральным углублениям (рис. 15).

Значение четвертого желудочка заключается в том, что в нем накапливается ликвор (спинномозговая жидкость) и который попадает в подпаутинное пространство. При его повышенном содержании в желудочковой системе головного мозга отмечается расширение

пространства четвертого желудочка, которое является признаком повышенного внутричерепного давления.

3.4.3. Средний мозг

Средний мозг – передняя часть ствола головного мозга, расположенная между мостом мозга и промежуточным мозгом. У человека он имеет небольшие размеры, его длина около 20 мм, представлен он четверохолмием и ножками мозга, выполняет рефлекторную и проводниковую функции. Ножки мозга расположены на передней поверхности среднего мозга, задняя его поверхность образована *четверохолмием* (рис. 16).

Анатомические границы среднего мозга условны. Задне-нижняя граница проходит книзу от места выхода из моста ножек мозга, задневерхняя – непосредственно кзади от нижнего двуххолмия граница, передняя граница вентрально – кзади от сосцевидных тел, а дорсально – на уровне эпителиамической (задней) спайки, лежащий под эпифизом. Полость среднего мозга представлена Сильвиевым водопроводом, или водопроводом мозга, соединяющим третий желудочек промежуточного мозга с четвертым желудочком заднего мозга. Сильвиев водопровод окружен центральным серым веществом.

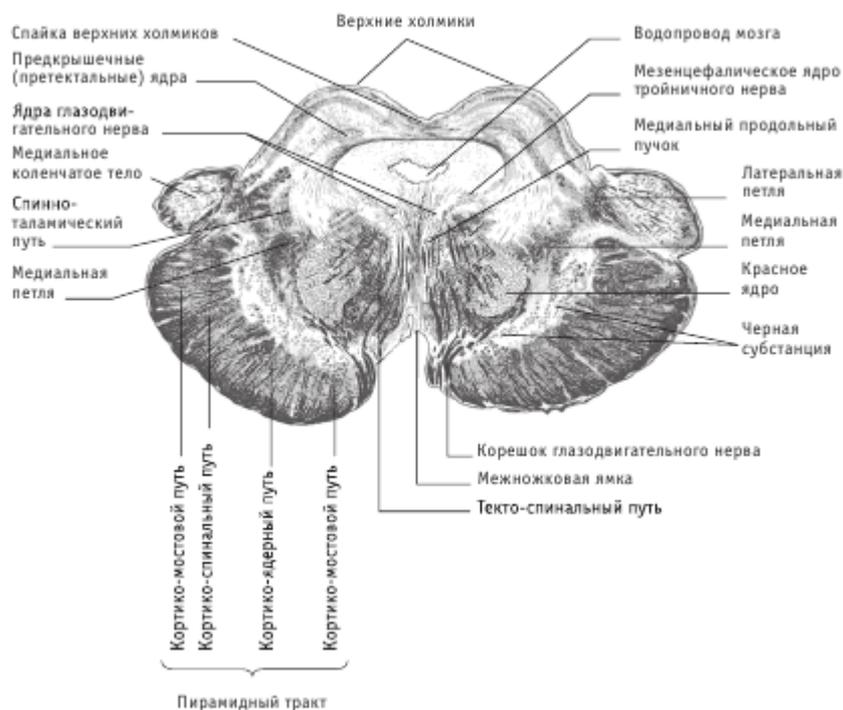


Рис. 16. Средний мозг. Горизонтальный разрез на уровне верхних бугорков пластинки четверохолмия.

Указаны ядра и проходящие проводящие пути

Ножки мозга выходят из верхних отделов моста мозга в виде двух массивных тяжей и направляются, расходясь, в соответствующие полушария головного мозга. Пространство, которое образуется между ножками, носит название межножковой ямки. Над ножками расположено четверохолмие. Поперечная борозда делит четверохолмие на верхние и нижние холмики, или бугорки, а продольная борозда отделяет их от холмиков противоположной стороны. В расширенной части этой борозды лежит шишковидное тело, или эпифиз, который относится к промежуточному мозгу.

Поперечник среднего мозга условно делят на две части – крышу и ножки мозга. Ножки мозга подразделяются на дорсально расположенную покрывку и основание.

Ядра крыши среднего мозга представлены передними и задними холмиками. Передние холмики или верхние (бугорки), являются промежуточными центрами зрительного анализатора. Это скопление серого вещества, которое связано с двигательными клетками спинного мозга и ядрами III, IV и VI черепно-мозговых нервов, обеспечивая зрительно-моторные реакции. Часть волокон доходит до VII нерва и обеспечивает такие реакции, как слезоотделение и моргание.

Задние холмики (нижние бугорки), являются промежуточными центрами слухового анализатора. Основная часть холмика занята массивным ядром, состоящим из нескольких типов мультиполярных нейронов. Нейроны, расположенные в задних холмиках, получают импульсы от нижележащих слуховых образований. У них также есть связь со спинным мозгом. Эта связь обеспечивает осуществление рефлекторных реакций при действии звука, например, поворот головы и глаз в сторону раздражителя.

Таким образом, крыша среднего мозга содержит структуры зрительной и слуховой сенсорной систем, а также области, где осуществляется их взаимодействие.

В ядрах ножек среднего мозга располагается ядро средне-мозгового пути тройничного нерва. В них поступают импульсы от проприорецепторов мышц, расположенных в области лица. Они связаны с моторным ядром V, VII, IX, XI черепно-мозговых нервов. Функции этого ядра заключаются в координации движений жевательных мышц, мышц лица, шеи, деятельности голосовых связок. Имеются также данные о том, что эта структура участвует в поддержании постоянства внутренней среды, в частности газового обмена. Об этом свидетельствуют результаты физиологических экспериментов, продемонстрировавших высокую чувствительность его элементов к содержанию кислорода и углекислого газа.

Центральное серое вещество среднего мозга состоит из мелких мультиполярных нейронов и имеет несколько отделов, отличающихся по строению и ориентации клеток, однако эта область недостаточно изучена.

На периферии центрального серого вещества располагается комплекс ядер, осуществляющих разнообразные зрительно-моторные реакции: ядра глазодвигательного и блокового нервов, промежуточное ядро.

Ядро блокового нерва располагается в переднебоковых отделах центрального серого вещества и состоит из крупных мультиполярных нейронов, иннервирующих верхнюю мышцу глаза. *Ядро глазодвигательного нерва* представлено несколькими группами нейронов, которые осуществляют иннервацию пяти наружных мышц глаза, благодаря этому происходит мигание и различные движения глаз. Группа мелких нейронов, иннервирует внутренние прямые мышцы и вызывает конвергенцию зрительных осей.

Афферентные проекции к ядрам III, IV нервов сформированы вестибулярным комплексом, нейронами передних холмиков и тектальной области. Между ядрами III, IV, VI нервов существуют тесные взаимные связи, благодаря которым становятся возможными сочетанные движения глаз и стабилизация изображения на сетчатке.

Здесь расположено мелкоклеточное парасимпатическое ядро III пары нерва (ядро Якубовича), которое иннервируют внутренние мышцы глаза: ресничную, меняющую кривизну хрусталика, и мышцу, суживающую зрачок. Сужение зрачка происходит при возрастании освещенности и аккомодации (последнее – при участии зрительной области коры).

Центральное серое вещество также связано с регуляцией движения, имеются данные о его участии в регуляции циклов сна. Установлено, что его разрушение препятствует развитию висцеральных и поведенческих реакций, вызванных раздражением гипоталамуса.

В области покрывки среднего мозга располагается несколько образований, входящих в состав *экстрапирамидной системы*, осуществляющей протекание сложно координированных двигательных актов. К ним относятся *черное вещество, красное ядро*.

Черное вещество, или *черная субстанция*, располагается в вентральных отделах покрывки среднего мозга и имеет вид широкого пласта пигментированных нейронов. Клетки этого ядра содержат дофамин, что объясняет их пигментацию, определившую его название. Клетки черного вещества у человека содержат много пигмента меланина.

Черное вещество играет большую роль в осуществлении двигательных функций и поддержании тонуса. Совместно с системой бледного шара черное вещество выполняет статокINETическую функцию, нарушение которой приводит к развитию амиотатического синдрома.

Красное ядро расположено в вентральных отделах покрывки и имеет вид цилиндрической колонны клеток, протянувшейся по всей длине среднего мозга. Красное ядро окружено капсулой, состоящей из миелинизированных волокон. Частично эти волокна заканчиваются в этих ядрах, а частично – пронизывают их и уходят в таламус и дальше, в кору головного мозга. Значительная часть входов к нему образована элементами зубчатого ядра мозжечка (приходит в составе верхних мозжечковых ножек) и ядра конечного мозга – бледного шара (в составе чечевицеобразного ядра). Функции красных ядер и ретикулярной формации способствуют сохранению нормального положения тела в пространстве и участвуют в регуляции позы.

Среднему мозгу приписывается роль в организации сторожевого рефлекса – мгновенной мобилизации всего организма к активной деятельности при возникновении опасности. При этом вся мускулатура приводится в состояние готовности к быстрому действию: застывание (стоп-рефлекс), вздрагивание и настораживание (ориентировочная реакция) и, наконец, автоматическое (неосознаваемое) бегство при большой опасности. Таким образом, на уровне всех структур среднего мозга происходит первичная интеграция соматических, вегетативных, гуморальных раздражителей и формируются сложные безусловные реакции, функциональные системы – оборонительная, ориентировочная, пищевая, гомеостатическая и др., с характерными для них вегетативными компонентами и химической спецификой.

Примером сторожевого рефлекса может быть поступление звукового сигнала в структуры среднего мозга, в нижнее двухолмие, являющегося промежуточным центром слухового пути. Нервные клетки пластинки четверохолмия имеют прямые связи с мотонейронами двигательных рогов спинного мозга. Благодаря этим связям при поступлении сильного звукового сигнала к клеткам нижнего двухолмия промежуточные центры слухового анализатора обеспечивают ответную двигательную реакцию на раздражение (вздрагивание, резкий поворот к источнику звука и т. д.) и обеспечивают готовность коры головного мозга к приему поступающего звукового сигнала. Также происходит обеспечение зрительного сторожевого сигнала. При поступлении зрительного сигнала в нейроны верхнего двухолмия, являющегося промежуточным центром зрительного анализатора, этот сигнал обрабатывается на подкорковом уровне. Нервные клетки верхнего двухолмия имеют прямые связи с мотонейронами двигательных рогов спинного мозга и с двигательными ядрами черепно-мозговых нервов глазодвигательной группы (III пара – глазодвигательный нерв, IV пара – блоковый нерв и VI пара – отводящий нерв). Связи верхнего двухолмия дают возможность обеспечить зрительный сторожевой рефлекс или старт-рефлекс, который заключается в обеспечении ответной двигательной реакции на раздражение и обеспечение реакции глаз на источник света, а также обеспечение готовности зрительных центров коры больших полушарий к приему поступающего зрительного сигнала.

Водопровод мозга, или Сильвиев водопровод, является полостью среднего мозга. Образуется он в онтогенезе из полости третьего мозгового пузыря, представляет собой

канал, расположенный над ножками мозга и под четверохолмием, диаметр просвета в среднем 1,5–2,0 мм. Начинается он в нижней-задней части третьего мозгового желудочка и тянется до верхнего отдела четвертого мозгового желудочка. Функция Сильвиева водопровода состоит в обеспечении циркуляции ликвора от третьего желудочка к четвертому. При повышенном содержании спинномозговой жидкости в желудочковой системе головного мозга диаметр Сильвиева водопровода может расширяться. Вокруг него располагается центральное серое вещество, которое представляет собой скопление нервных клеток. Функциональное назначение данного образования недостаточно изучено. Центральное серое вещество совместно с ретикулярной формацией ствола и эпифизом участвует в обеспечении чередования сна и бодрствования у человека.

3.4.4. Промежуточный мозг

Промежуточный мозг расположен между конечным и средним мозгом. В его состав входят: таламус (зрительный бугор), гипоталамус (подбугорье), метаталамус (забугорье, забугорная область) и эпиталамус (надбугорье), полостью промежуточного мозга является третий желудочек.

Таламус или зрительный бугор – парное образование яйцевидной формы, длиной около 4 см, располагается по обе стороны от третьего желудочка. По своему строению зрительные бугры является сложным образованием, которое принято делить на несколько ядер: переднее, внутреннее, наружное и заднее – подушку (рис. 17). С чисто морфологической точки зрения может быть выделено значительно большее количество ядер. Таламус представляет собой массивное скопление серого вещества, разделенного прослойками белого вещества (мозговыми пластинками) на отдельные ядра. Сверху он прикрыт сводом и мозолистым телом, снизу примыкает к гипоталамусу.

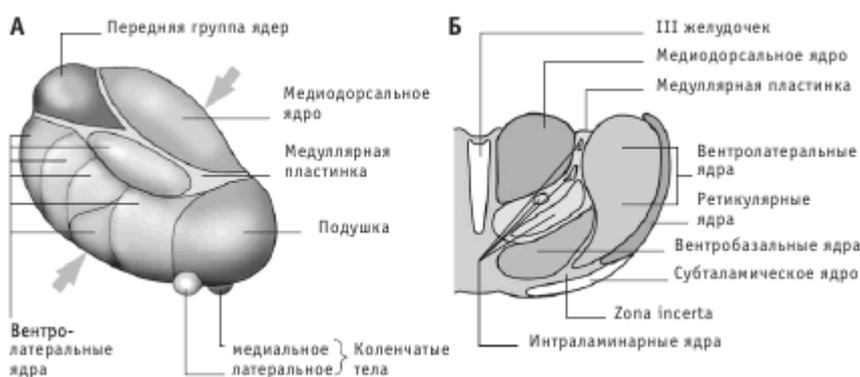


Рис. 17. Схема расположения ядер таламуса.

А – вид снаружи, стрелками показана плоскость среза; Б – срез таламуса

Передний зауженный конец таламуса заканчивается передним бугорком, задний конец расширен, он называется подушкой. Его медиальная поверхность свободно выступает в полость третьего желудочка, являясь его боковой стенкой; на этой поверхности проходит подбугровая борозда, отграничивающая область таламуса от гипоталамуса.

На передней поверхности зрительный бугор имеет передний бугорок зрительного бугра, между ним и соответствующей передней колонной свода имеется межжелудочковое отверстие.

На задней поверхности имеется выпячивание, подушка зрительного бугра, латеральнее и несколько кзади от которой находятся два небольших возвышения, колленчатые тела, принадлежащие по своему развитию к забугровой области.

Кнаружи и несколько кпереди от таламуса располагается *полосатое тело*, которое отграничено прослойкой белого вещества внутренней капсулы.

Верхняя поверхность таламуса лежит свободно, образуя участок нижней стенки центральной части бокового желудочка.

Серое вещество, входящие в его состав, образует его ядра: переднее ядро, которое располагается в передней его части, медиальное ядро, залегает у медиальной поверхности, латеральное ядро, наиболее крупное. Кроме того, в толще подушки залегает ее ядро.

Все перечисленные ядра отграничиваются одно от другого, а кроме того, сами разделяются на ряд меньших по величине ядер, при посредстве так называемых мозговых пластинок зрительного бугра. Среди них различают наружную и внутреннюю мозговые пластинки, а также решетчатый слой, отграничивающий вместе с наружной мозговой пластинкой зрительный бугор с его латеральной стороны. Ядро подушки не отграничивается от указанных трех ядер зрительного бугра.

Таламус является подкорковый центром всех видов чувствительности, т. к. все афферентные проводящие пути центральной нервной системы перед поступлением в кору больших полушарий головного мозга имеют синаптический перерыв в его специфических ядрах, связанных с отдельными областями коры головного мозга. Неспецифические ядраталамуса связаны с базальными ядрами и различными его участками, они обеспечивают поддержание определенного уровня возбудимости головного мозга, необходимого для восприятия раздражений из окружающей среды.

Характер связей ядер таламуса с корой отражает их структурно-функциональные различия. Морфологическое и функциональное группирование таламических ядер связано с их афферентацией. В таламус приходит афферентация от зрительной, слуховой, вкусовой, кожной, мышечно-суставной чувствительности, а также от ядер черепно-мозговых нервов, мозжечка, бледных шаров, спинного и продолговатого мозга. Сведения об организующей роли афферентных путей в группировании нейронных объединений зрительного бугра существенны для его понимания деятельности у млекопитающих и человека; они используются в клинической практике для дифференциации таламических болей и эффектов нейрохирургических операций.

Функциональное значение зрительного бугра определяется его анатомическими связями с другими отделами центральной нервной системы и клиническими симптомами, возникающими при его поражении. В зрительный бугор поступают импульсы от экстероцептивной, проприоцептивной и интероцептивной чувствительности.

Зрительный бугор имеет и многочисленные двухсторонние связи с корой полушарий при посредстве бугорно-корковых и корково-бугорных волокон, а также с отделами лобной, теменной, височной и затылочной долей, двусторонние связи со стриопаллидарной системой и с ядрами мозгового ствола. Это богатство и разнообразие связей показывает, что зрительный бугор является не только подкорковой чувствительной «станцией»; в нем получают отражение также процессы, происходящие в различных частях мозговых полушарий.

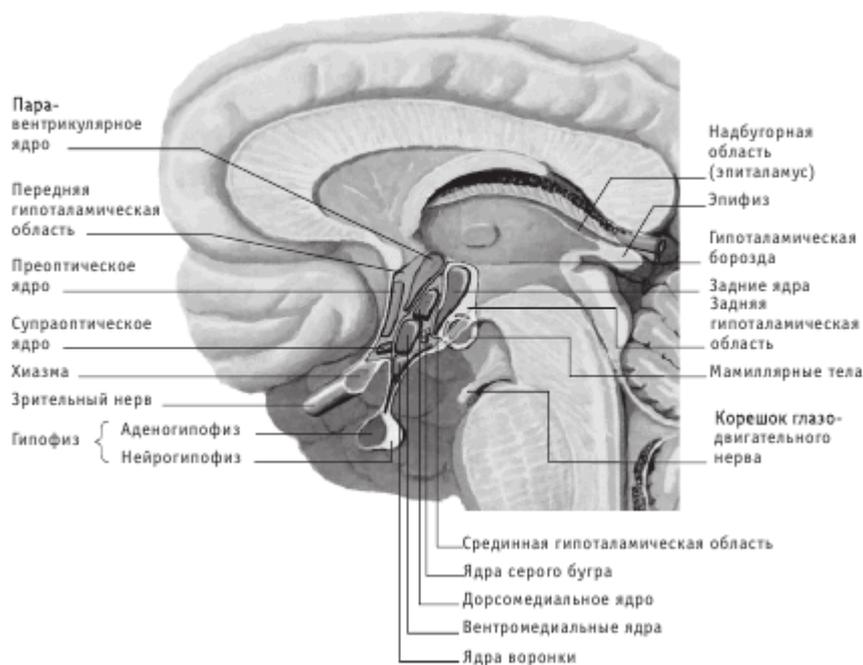


Рис. 18. Гипоталамическая область

Гипоталамус, или подбугровая область, филогенетически принадлежит к наиболее древним отделам мозга, занимает вентральную часть промежуточного мозга и образует дно третьего желудочка. Границы гипоталамической области образуют: спереди – перекрест зрительных нервов, сзади – внутренний край ножек мозга и межножковую ямку, сверху – гипоталамическая борозда, отделяющая гипоталамус от зрительного бугра (рис. 18).

У новорожденных гипоталамус ещё полностью не сформирован, архитектоническое его формирование завершается к 3–4 годам жизни. К 13–14 годам происходит усиление гипоталамо-гипофизарных связей и нейросекреторных влияний.

Область подбугорья представляет собой скопление высококодифференцированных ядер. У человека описано 32 пары ядерных образований гипоталамуса.

Гипоталамус является многофункциональной системой, обладающий регулируемыми и интегрируемыми функциями. Все его ядра взаимосвязаны между собой. Отдельное ядро может участвовать в выполнении нескольких разных функций, а отдельная функция может локализоваться в нескольких ядрах.

Функционально нейроны гипоталамуса подразделяются на вегетативные, секреторные и ассоциативные. Дальнейшее изучение субстрата с применением микробиохимических и физико-химических методов показало, что в гипоталамических ядрах имеются адренергические, холинергические, гистаминергические, серотонинергические и другие рецептивные зоны.

Предполагают, что в гипоталамусе имеются осмо-, хемо-, терморцепторы. Благодаря этим рецепторам ядра подбугорья чувствительны к колебаниям внутренней среды: осмотическому давлению, изменениям химического, гормонального и температурного режима.

Ядра гипоталамической области связаны между собой, имеют многочисленные афферентные и эфферентные связи с выше-, и нижележащими отделами центральной нервной системы. Благодаря проводящим путям гипоталамус связан с корой больших полушарий головного мозга, висцеральным мозгом, зрительным бугром, со всеми подкорковыми ядрами, ядрами ствола, мозжечка и спинного мозга.

Гипоталамус осуществляет сложную деятельность, являясь важным центром интеграции соматических и вегетативно-гуморально-гормональных функций организма.

Многочисленными исследованиями установлена регулирующая роль гипоталамуса в деятельности желез внутренней секреции, которая осуществляется двумя путями: через гипофиз, благодаря регуляции секреторной деятельности передней и задней долей мозгового придатка, и парагипофизарно через прямые нервные связи.

Гипоталамус регулирует обмен жиров, углеводов, белков и солей обмен. Повреждение определенных областей гипоталамуса ведет к повышению или к понижению содержания сахара в крови. Раздражение переднего отдела гипоталамуса оказывает гипогликемическое действие, аналогичное действию инсулина; заднего отдела – гипергликемическое действие, подобно адреналину.

Гипоталамус принимает участие в регуляции белкового обмена. При раздражении гипоталамуса наблюдается снижение интенсивности белкового обмена, при разрушении – усиление его.

Экспериментальными и клиническими исследованиями доказано, что гипоталамус участвует в регуляции жирового обмена. Разрушение дорсо-медиального и вентро-медиального ядер гипоталамуса ведет к образованию гипоталамического ожирения, иногда сочетающегося с расстройством половых функций.

Рядом авторов установлено отношение вентро-латеральных отделов гипоталамуса к ощущению голода и аппетита. В этих отделах гипоталамуса расположены гликоцепторы, реагирующие на незначительные изменения сахара крови. Повреждение указанных областей гипоталамуса может вызвать гиперфагию, булимия или анорексию. Имеется также в зоне вентро-медиальных ядер «центр насыщения». Центр голода и насыщения, регулирующий сложное пищевое поведение, связан с нейронными группами в средних и наружных ядрах. Нейроны центра голода возбуждаются при снижении содержания питательных веществ (глюкозы, аминокислот, жирных кислот) в крови. Нейроны центра насыщения возбуждаются при достаточном повышении содержания в крови питательных веществ. Чувствительность отдельных нейронных групп этого центра к «голодной» и «сытой» крови лежит в основе запуска сложного пищевого поведения и его прекращения.

Также в гипоталамусе располагается «центр жажды», возбуждение которого связано с чувствительностью его нейронов к повышению осмотического давления крови при недостатке воды в организме.

Установлено, что гипоталамическая область является высшим центром, регулирующим вегетативные функции и интегрирующим деятельность всех висцеро-иннервируемых органов и тканей. Условно подразделяются ядра подбугорья на передние – парасимпатические, и задние – симпатические.

При раздражении переднего отдела гипоталамуса усиливается секреторная деятельность желудка, ускоряется желудочно-кишечная перистальтика, может быть рвота, дефекация, мочеиспускание, миоз, снижение артериального давления, изменение ритма дыхания, дилатация сосудов, адинамия.

Раздражение задних отделов гипоталамуса вызывает мидриаз, повышение артериального давления, тахипноэ, тахикардию, двигательную активацию, т. е. симптомы, возникающие при раздражении симпатической нервной системы.

Несомненна условность такого деления гипоталамических ядер по функциональной значимости на передние и задние, так как симпатический эффект можно наблюдать при раздражении переднего подбугорья, а парасимпатический – заднего.

Гипоталамус осуществляет терморегулирующую функцию. Предполагают, что существуют два терморегулирующих центра. Один расположен в переднем отделе гипоталамуса и регулирует деятельность механизмов понижающих температуру и потерю тепла (термоллиз) через парасимпатическую нервную систему (расширение сосудов, усиление потоотделения, изменение частоты дыхания). Другой терморегулирующий центр, расположенный

в заднем отделе гипоталамуса, регулирует деятельность механизмов, повышающих температуру, осуществляет реакцию на холод, увеличивая теплопродукцию путем стимуляции симпатической нервной системы (сужение сосудов, озноб).

В задней части гипоталамуса обнаружен центр удовольствия.

В передней части гипоталамуса находится центр, при раздражении которого возникает реакция страха и ярости. Этот центр называется центром неудовольствия, связанного с включением отрицательных эмоций.

Гипоталамическая область вместе с рядом структур конечного мозга играет важную роль в организации сложнейших биологических рефлексов, направленных на обеспечение основных биологических функций, формирование соответствующих мотиваций. Удовлетворение мотиваций сопровождается положительным эмоциональным состоянием, неудовлетворение – отрицательным.

В гипоталамусе имеются структуры, принимающие участие в регуляции чередование бодрствования и сна. Раздражение латеральной базальной преоптической области мозга у животных обладает выраженным гипногенным действием. Раздражение этой области вызывает изменение признаков электрической активности, характерных для сна; разрушение нарушает сон. У людей поражение гипоталамуса часто сопровождается нарушением сна и изменениями ЭЭГ, характерными для сна. Переход от сна к бодрствованию, и наоборот, сопровождается комплексом изменений всех вегетативных процессов. Во время сна преобладает тонус парасимпатической системы, во время бодрствования – симпатической. Супрахиазматическое ядро гипоталамуса – важнейшее звено в организации биоритмов, центрального механизма «биологических» часов, организующих суточные циклы.

Гипоталамус – неотъемлемая часть головного мозга, однако он наделен рядом авто регулирующих свойств, благодаря которым интегрируются соматические и вегетативно-эндокринные функции организма.

Гипоталамус связан с ретикулярной формацией ствола головного мозга, с лимбической системой, корой больших полушарий и принимает участие в организации сложных поведенческих актов, в вегетативно-гуморальном их обеспечении. Внутри гипоталамуса расположены отделы, которые участвуют в приспособительных реакциях организма к изменяющимся условиям внешней среды, и отделы, входящие в систему, обеспечивающую восстановление гомеостатического равновесия.

Гипофиз является железой внутренней секреции. Длина его равна приблизительно 6 мм, поперечник – 12 мм. Вес – от 0,5 до 0,9 г. К 25 годам гипофиз достигает максимального развития, у пожилых размеры его становятся меньше. Гипофиз подразделяется на три доли: передняя, средняя и задняя. Как железа внутренней секреции гипофиз вырабатывает две группы гормонов, некоторые вырабатываются постоянно, другие – периодически (гормоны беременности). Гипофиз имеет тесную связь с гипоталамусом. Гипоталамус регулирует работу гипофиза, а через него и всей эндокринной системы. Между гипофизом и гипоталамусом существуют структурно-функциональные связи. Задняя доля гипофиза (нейрогипофиз) связана с супраоптическим ядром гипоталамуса, который способен активировать работу клеток задней его части. Основными гормонами задней доли гипофиза являются: антидиуретический гормон, который регулирует водно-солевой обмен, вазопрессин – гормон кровяного давления, и окситоцин, регулирующий сокращение мускулатуры матки в конце беременности.

С передней долей гипофиза (аденогипофизом) гипоталамус связан через сосудистую систему. Нейросекретция его с током крови (нейрогуморальным путем) регулируют работу передней доли гипофиза, тропные гормоны, контролирующие работу других эндокринных желез. Передняя доля гипофиза производит следующие гормоны: роста; стимулирующий деятельность яичников и вызывающий созревание фолликулов, способствующий образова-

нию желтых тел; регулирующий жировой обмен; тиреотропный, стимулирующий работу щитовидной железы; паратиреотропный; панкреотропный; андротропные гормоны, стимулирующие деятельность мужских половых желез; контринсулиновый, повышающий уровень сахара в крови вследствие угнетения деятельности инсулярного аппарата поджелудочной железы; бромсодержащий гормон и ряд других.

Гипоталамус, регулируя работу гипофиза, может эффективно контролировать работу всех основных звеньев эндокринной системы и её влияние на вегетативные функции.

Метаталамус находится позади таламуса, состоит из двух парных (медиального и латерального) коленчатых тел, представляющих собой продолговато-овальные бугорки белого цвета, в которых заключены одноименные ядра. Латеральное коленчатое тело крупнее медиального, но более плоское. Оно расположено на нижнелатеральной поверхности подушки таламуса. Медиальное коленчатое тело лежит под подушкой таламуса. Оно ограничено от подушки и ножки мозга выраженной бороздой и состоит из двух основных частей: мелкоклеточной и крупноклеточной областей. В клетках, образующих ядро медиального коленчатого тела, заканчиваются волокна латеральной (слуховой) петли. Волокна от клеток этого ядра, которое является подкорковым, промежуточным центром слухового пути, идут в составе слуховой лучистости и заканчиваются в коре височной области. В клетках латерального коленчатого тела заканчиваются волокна латерального корешка зрительного тракта. Отростки этих клеток вместе с волокнами от подушки таламуса образуют зрительную лучистость, которая заканчивается в коре затылочной области.

Эпиталамус. Эпифиз, или шишковидное тело, – железа внутренней секреции нейроглиального происхождения, относится к эпиталамусу промежуточного мозга и участвует в процессах поддержания гомеостаза. Эпифиз представляет собой непарное округлое или шарообразное образование. Вес его около 0,2 г. Расположен он над верхними холмиками пластинки четверохолмия, по срединной плоскости, глубоко под полушариями головного мозга. Эпифиз принимает участие в таких жизненно важных процессах, как рост, половое созревание, а также взаимосвязь внутренней среды организма с окружающей средой. Основной его функцией является регуляция суточных ритмов и приспособление организма к меняющимся условиям освещенности.

До семилетнего возраста эпифиз вырабатывает гормон, тормозящий созревание половых желёз у ребенка. После семи лет в организме ребёнка происходит гормональная перестройка, и эпифиз перестает вырабатывать гормон, тормозящий половое развитие. С семилетнего возраста в свои права вступает гипофиз и начинает стимулировать созревание половых желёз.

В эпифизе содержатся биологически активные соединения: серотонин, мелатонин, норадреналин, гистамин и др. Отмечается высокий уровень обмена этих веществ.

Шишковидное тело (эпифиз) представляет собой своеобразный нейроэндокринный передатчик, действующий по принципу «нервный импульс – выброс гормона». Специфическим раздражителем для него служит световой сигнал. Освещение (с учетом спектра света) тормозит превращение серотонина в мелатонин. В темноте оно усиливается. Наличие суточных и сезонных ритмов физиологической активности шишковидного тела, совпадающих с ритмами секреторной активности периферических эндокринных желёз, позволяют считать его регулятором биологических часов в организме. Содержание мелатонина в плазме крови человека ночью значительно выше, чем днем. Наибольшая концентрация мелатонина отмечается около трех часов ночи.

Гормоны шишковидного тела угнетают биоэлектрическую активность мозга и его нервно-психическую деятельность, оказывая снотворный, анальгезирующий и седативный эффект. У больных с депрессией и стойкой бессонницей отмечается уменьшение выделения меланина с мочой.

Предполагают, что в связи с высокой чувствительностью к изменениям магнитного поля Земли эпифиз позволяет животным ориентироваться в пространстве, он обладает способностью к дифференциации и интеграции данных о разнообразных влияниях окружающей среды на организм и приспособлению к ним системы гормонального гомеостаза. В этом заключается сложная адаптивная функция эпифиза.

Третий желудочек представляет собой узкую щель и является полостью промежуточного мозга. Он непарный и образуется из полости второго мозгового пузыря. Его боковые стенки образованы медиальными поверхностями таламуса и гипоталамуса. Он сообщается с боковыми желудочками больших полушарий головного мозга. В верхнезадней части третьего желудочка с двух сторон имеются отверстия (отверстия Монро), которые соединяют его с боковыми желудочками, через которые в него поступает спинномозговая жидкость, ликвор. Полость третьего желудочка мала, и спинномозговая жидкость через отверстие, расположенное в задненижней части желудочка, попадает в водопровод мозга, или Сильвиев водопровод. Третий желудочек обеспечивает нормальную циркуляцию спинномозговой жидкости.

3.4.5. Полушария головного мозга

Конечный мозг является самым крупным отделом головного мозга человека и состоит из плаща, узлов основания, или базальных ганглиев, и боковых желудочков. Образуется конечный мозг из первого первичного мозгового пузыря. Состоит он из двух полушарий: правого и левого. Основную массу конечного мозга составляет белое вещество, или нервное волокно. В толще белого вещества располагаются базальные ганглии, или подкорковые ядра. Серое вещество, или скопление нейронов, расположено по периферии и называется корой головного мозга (рис. 19).

Полушария большого мозга отделены одно от другого продольной щелью. В лобной и затылочной части полушария эта щель полностью разделяет оба полушария, в средней же части они соединены большой спайкой мозга, мозолистым телом. Каждое полушарие имеет три поверхности: наружную (выпуклую), ровную внутреннюю и нижнюю, базальную. Подкорковые ядра наряду с корой мозга составляют клеточное вещество конечного мозга. Кора головного мозга имеет строение экранных центров (характеризующееся определенными цитоархитектоническими признаками: четким выделением слоев, вертикальной ориентацией большинства нейронов, их дифференцировкой по форме и величине в зависимости от их положения в разных слоях). Подкорковые ядра, в отличие от коры, имеют строение ядерных центров, где подобная структура организации отсутствует. Нередко эти ядра называют подкоркой.

Подкорковые ядра, или основные узлы (центральные узлы, базальные ядра), – скопление серого вещества в толще больших полушарий головного мозга, которые участвуют в коррекции программы сложного двигательного акта и формировании эмоционально-аффективных реакций. В состав подкорковых ядер входят: хвостатое ядро, чечевицеобразное ядро, миндалевидный комплекс и ограда. Весь комплекс подкорковых ядер расположен в толще полушарий головного мозга латерально.

Подкорковые, или базальные, ядра являются составной частью экстрапирамидной системы, которая состоит из коры, связанной со стриопаллидумом, ряда стволовых образований, миндалевидным комплексом и образованиями спинного мозга. Непосредственно базальные ядра стриопаллидарной системы образуют хвостатое ядро, скорлупа, ограда и бледные шары.

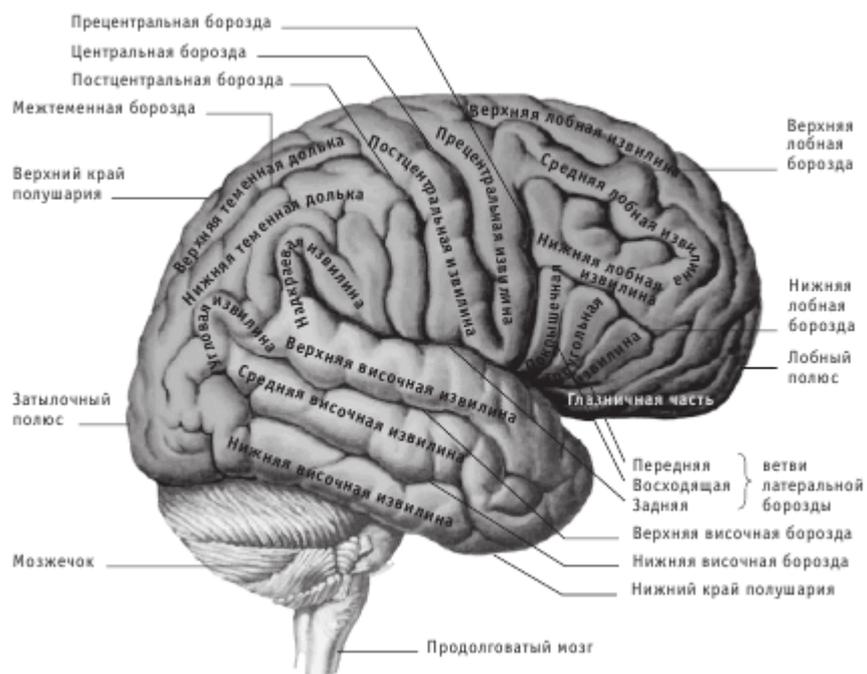


Рис. 19. Полушария головного мозга (наружная поверхность)

Чечевицеобразное ядро состоит из двух бледных ядер и скорлупы. Большое число пролоек, состоящих из миелинизированных волокон, разделяющих компоненты ядра, обусловили его название – полосатое тело.

Стрио-паллидарная система по функциональному значению и особенностям морфологическим подразделяется на *стриатум* и *паллидум*.

Бледные ядра, черная субстанция (черное вещество), красное ядро называют паллидумом, в силу более древнего происхождения рассматриваются как старая часть полосатого тела. Паллидум содержит большое количество нервных волокон и некоторое количество крупных клеток.

Хвостатое ядро и скорлупу называют стриатумом. Они включают в себя множество мелких и крупных клеток и большое количество нервных волокон.

Между стриарной и паллидарной системами существует тесная связь.

В последние годы стриопаллидарная система привлекает внимание нейрофизиологов. Изучение ими подкорковых структур дает объяснение функционирования некоторых механизмов высшей нервной деятельности.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.