



ПОЛНЫЙ СПРАВОЧНИК НЕВРОПАТОЛОГА

Анатомия и физиология
нервной системы человека



Методики обследования
неврологических больных



Основные
патологические процессы



Современные методы лечения
и профилактики



Владислав Владимирович Леонкин
Марина Александровна Грачева
Е. А. Сержантова
Е. М. Шапатина Е. М.
Т. А. Лазовая
Т. В. Лихачева
И. П. Любицкий
Андрей Анатольевич Дроздов
Т. В. Шумова
Юрий Сергеевич Кузьмин
С. А. Кочнева
Полный справочник
невропатолога.

*Публикуется с разрешения правообладателя – Литературного
агентства «Научная книга»*

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=170517

Полный справочник невропатолога.: Эксмо;

ISBN 978-5-699-19438-4, 5-699-19438-X

Аннотация

Данный справочник предназначен для врачей различных специальностей и студентов старших курсов медицинских ВУЗов. Он представлен в соответствии с современными стандартами. В содержании предлагаемого издания дано подробное описание анатомии и физиологии всех отделов нервной системы, методики обследования неврологических больных. Также описаны основные патологические процессы, поражающие различные структуры нервной системы и подробно представлено их лечение и профилактика.

Содержание

ЧАСТЬ I ОБЩАЯ НЕВРОПАТОЛОГИЯ	6
Глава 1	6
Уровень оказания неврологической помощи	13
Глава 2 СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СТРОЕНИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ	16
Функции нервной системы	16
Клеточный состав	17
Развитие в онтогенезе	21
Классификация отделов нервной системы	26
Нейроэндокринный отдел	28
Синапсы	30
Волокна и проведение импульса	41
Регенерация	56
Рефлекторная дуга	57
ЦНС	64
Конец ознакомительного фрагмента.	91

**Т. В. Шумова, Е. М.
Шапатына, Т. В. Лихачева,
В. В. Леонкин, И. П.
Любицкий, Ю. С.
Кузьмин, С. А. Кочнева,
А. А. Дроздов, М. А.
Грачева, Т. А. Лазовая,
Е. А. Сержантова**
**Полный справочник
невропатолога**

**ЧАСТЬ I ОБЩАЯ
НЕВРОПАТОЛОГИЯ**

Глава 1

СОСТОЯНИЕ НЕВРОЛОГИЧЕСКОЙ

Необходимость полного удовлетворения потребности населения во всех видах высококвалифицированного медицинского обслуживания и полный охват всего населения страны диспансерным наблюдением определяют важность разработки научно-обоснованных нормативов для целей перспективного планирования различных видов специализированной медицинской помощи, в том числе неврологической.

Внедрение новых методов диагностики и лечения, расширенный комплекс показаний с нейрохирургическим вмешательством и проблемы трудовой реабилитации при ряде неврологических заболеваний вынуждают пересмотреть многие вопросы организации неврологического обслуживания. Существующие нормативы не удовлетворяют потребности населения в этом виде помощи.

Недостаток больничных коек не позволяет проводить плановую госпитализацию больных, испытывается недостаток в детских неврологических койках и отделениях санаторного типа для больных неврозами. Высокие нормы врачебных приемов ограничивают функции невропатологов только лечебно-консультативной деятельностью, не получает требуемого внимания профилактическая работа.

Развитие и совершенствование специализированной неврологической помощи могут происходить только на основе таких нормативов, которые помогут не только ликвидировать перегрузку врачей на амбулаторном приеме, недоста-

точность профилактической работы, но и обеспечат плановое лечение заболевания.

Важной является постановка вопроса о методике рационального планирования неврологического обслуживания с учетом эффективности различных его форм, при углубленном анализе заболеваемости и имеющегося уровня неврологической помощи одновременно с оценкой возможностей ее перспективного развития.

Вопросы планирования неврологической службы недостаточно полно отражаются в литературе. Мало изучен объем лечебноконсультативной и профилактической деятельности невропатологов, уровень госпитализации при заболеваниях нервной системы, качество обследования и терапия заболеваний. Развернутых статистических исследований неврологической заболеваемости по материалам длительного наблюдения за обращаемостью не проводилось, в итоге не до конца изучена структура распространенных хронических нервных болезней, не уточнены контингенты больных среди населения, нет каких-либо нормативов потребности этих больных в диспансерном обслуживании.

Среднегодовой уровень фактической госпитализации по поводу заболеваний нервной системы составляет 13,7 на 1000 населения, средняя длительность пребывания в стационаре колеблется около 22 дней. Наиболее частой причиной госпитализации являются пояснично-крестцовые радикулиты, невриты и невралгии седалищного нерва, второе место

занимают гипертоническая болезнь с поражением головного мозга и атеросклероз с прочими сосудистыми заболеваниями.

Частота случаев госпитализации в среднем у женщин выше и составляет 14,4 %, а мужчин – 11,9 %, хотя в возрастных группах от 16 до 19, от 30 до 39 и от 50 до 59 лет мужчины госпитализируются несколько чаще, чем женщины. И если для женщин свойственно постепенное увеличение госпитализации с возрастом, то у мужчин наблюдается неравномерный подъем с наличием трех типов: 1) в 16–19 лет; 2) в 30–39; 3) в 50–59 лет. Причем каждый из них повторяется на более высоком уровне.

На основе статистического анализа характера и объема вне-больничной помощи было выявлено, что уровень фактически выполненных посещений довольно высок, он равен 384,3 на 1000 населения, в том числе с лечебной целью – 252,3, с профилактической – 132.

Посещаемость с лечебной целью прогрессирует с возрастом, достигает максимальной величины (741,6 %) в возрастной группе 50–59 лет, затем уменьшается более чем в 1,5 раза. В среднем на одно обращение по болезни приходится 2,6 посещений, в том числе 0,1 – на дому.

На 1000 населения пациенты чаще всего посещают врача по поводу пояснично-крестцового радикулита, неврита и невралгии седалищного нерва (104,9), по поводу сосудистых поражений мозга (57,8) и неврозов (38,3).

В структуре сложившейся амбулаторной посещаемости только 63,9 % приходится на долю невропатологов, оставшаяся часть посещений обслуживается терапевтами (28,3 %) и другими специалистами.

Наиболее высокий уровень посещаемости с профилактической целью наблюдается в возрастной группе от 20 до 29 лет (303,8 %). После 40 лет число профилактических посещений уменьшается, приближаясь к среднему уровню, а в возрасте старше 50 лет – почти втрое меньше среднего показателя. Во всех возрастных группах, за исключением детей, профилактическая посещаемость у мужчин в 2 раза выше, чем у женщин. Это касается всех видов профилактических посещений, но особенно большая разница наблюдается в связи с медицинским освидетельствованием работающего населения.

Показатель профилактических посещений составляет 196,5 на 1000 населения, из них 10 приходится на посещения, связанные с получением различных справок и направлений по поводу заболеваний, а 186,5 – на осмотры здоровых лиц.

Для вычисления потребности в амбулаторной неврологической помощи было учтено также число практически выполненных консультативных посещений к невропатологам при заболеваниях, обслуживаемых другими специалистами – 17,4 на 1000 населения и 23,3 посещения, которые принимает невропатолог как эксперт ВВК.

Объем работы лабораторий и вспомогательных лечебно-диагностических кабинетов при заболеваниях нервной системы показывает следующие данные: общее число лабораторных анализов в течение года составляет 81,4 на 1000 населения, число рентгенологических обследований – 16,3, частота посещений кабинета функциональной диагностики – 5,7. В среднем на одно обращение по болезни в поликлинике приходится 0,17 лабораторных анализов, 0,08 рентгенологических обследований и 0,03 посещения кабинета функциональной диагностики; в стационаре эти показатели соответственно составляют 5,85; 1,05; 0,32.

Физические методы лечения применяются невропатологами очень широко.

Научными деятелями были проведены расчеты объема амбулаторных посещений в связи с диспансеризацией больных, где за основу был взят имеющийся уровень болезненности. В результате было выявлено, что для полного охвата всех больных-хроников диспансерным наблюдением необходимо планировать на каждую 1000 населения 339,4 обращений к неврологам, 125,6 – к терапевтам, 153,2 – к окулистам, 50,7 – к врачам прочих специальностей, 610 обращений в лабораторию, 163,4 – в рентгеновский кабинет и 112,8 – в кабинет функциональной диагностики. Если сравнить эти данные с имеющимся уровнем лечебно-профилактического обслуживания больных, заметно, что объем работы невропатологов возрастает примерно вдвое, обращаемость с консуль-

тативной целью к терапевтам – в 6 раз, к окулистам – в 12 раз, к врачам других специальностей – в 4 раза, значительно увеличивается нагрузка на лабораторию и дополнительные лечебно-диагностические кабинеты.

Из вышесказанного можно сделать вывод: вопрос о численности диспансеризуемого контингента должен решаться в зависимости от мощности учреждения, хотя совершенно обязательным необходимо считать первоочередное диспансерное обслуживание больных с заболеваниями периферической нервной системы, церебральными сосудистыми кризами и постинсультными состояниями. Первая группа больных дает дополнительно 66,8 посещений к невропатологам, вторая – 97,6, третья – 13,2 на 1000 населения.

Распространенность хронических заболеваний нервной системы имеет тенденцию к прогрессированию с возрастом, существующая средняя продолжительность жизни и большая доля лиц пожилого возраста в общей структуре населения способствуют росту показателей заболеваемости.

Наибольшая частота хронических заболеваний наблюдается в возрасте 60 лет и старше, в среднем каждый 5-й житель, достигший этого возраста, нуждается в помощи невропатолога.

Женщины страдают хроническими заболеваниями чаще мужчин, у них преобладают сосудистые поражения головного мозга и неврозы.

Наиболее распространенным заболеванием среди хрони-

ческих является сосудистая патология (65,6 %), второе место занимают невроты с затяжным течением (22,8 %), третье – хронические пояснично-крестцовые радикулиты, невриты и невралгии седалищного нерва (17,8 %).

Уровень оказания неврологической помощи

В силу затяжного и рецидивирующего течения большинства нервных болезней лучшую и наиболее достоверную характеристику неврологической заболеваемости оказывает методика длительного наблюдения за обращаемостью. Для выявления ранних и клинически не проявляющихся стадий нервных болезней, по поводу которых обычно больные не обращаются к врачу, большое значение приобретают медицинские осмотры. Среднегодовой уровень обращаемости с заболеваниями нервной системы равен 93,5 на 1000 населения, причем женщины обращаются чаще мужчин. Уровень обращаемости работающего населения выше, чем у городского населения в целом. У работающих в 1,5 раза чаще обнаруживаются пояснично-крестцовые радикулиты, невриты и невралгии седалищного нерва, в 1,5 раза выше обращаемость по поводу различных невротических расстройств, в 2 раза выше показатели травматизма нервной системы. От общего числа обращений за год хронические формы болезней составляют 60,4. Вопреки рекомендациям только 43,2 %

больных-хроников обращаются к врачу ежегодно.

Самой частой причиной госпитализации являются пояснично-крестцовые радикулиты, сосудистые заболевания головного мозга и невроты. Из общего числа госпитализированных по поводу заболеваний нервной системы 29,8 % больных лечилось в неврологическом отделении, 11,5 % – в хирургическом, 42,5 % – в терапевтическом, 4,1 % – в бальнеологической лечебнице, 9,4 % – в прочих отделениях.

Высокая частота госпитализации в отделения общесоматического профиля говорит о недостатке неврологических коек и требует более рационального профилирования коечного фонда.

В среднем на одно обращение по болезни приходится 2,6 посещений, из них 0,1 происходит врачами на дому. В структуре сложившейся амбулаторной посещаемости только 63,9 % обслуживается невропатологом, 28,3 % – терапевтом, 7,8 % – другими специалистами.

Для полного удовлетворения потребности населения в амбулаторной неврологической помощи при имеющихся среднечасовых нормах нагрузки должно быть 0,75 врачебных должностей невропатолога на 1000 населения.

Непременным условием повышения качества внебольничной помощи должно быть широкое распространение диспансерного метода в приеме больных с различными заболеваниями нервной системы. Расширение диспансеризуемых контингентов необходимо делать постепенно, по мере

развития сети учреждений здравоохранения, укрепления их материально-технической базы и роста обеспеченности кадрами.

При средней затрате времени 20–25 мин на одно диспансерное посещение для полноценного обслуживания 100–120 больных каждому врачу-ординатору должны выделить не менее 150 ч в год для диспансерной работы.

Глава 2 СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СТРОЕНИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Функции нервной системы

Нервная система – это комплекс структур, объединенных происхождением и выполнением функций регуляции и координации деятельности организма.

Проникающие во все внутренние органы нервы вместе с центральными отделами обеспечивают согласованную и объединенную работу всех частей организма. Таким образом, нервная система выполняет интегративно-координационную функцию. В головном и спинном мозге располагаются центры соматических и вегетативных реакций и высшей психической деятельности. В связи с этим нервная система регулирует двигательные функции (посредством симпатической части) и работу внутренних органов, включая защитные и метаболические процессы (вегетативная нервная система), выполняя функцию сохранения гомеостаза. Важными особенностями нервной регуляции являются способность воспринимать слабые раздражители в связи с низким порогом раздражения нервной ткани, высокая скорость и точность

проведения возбуждения. Кроме того, по сравнению с гуморальным способом регуляции нервной требует меньших затрат энергии. Рефлекторный характер нервной деятельности обуславливает взаимодействие организма с внешней средой и приспособление к ее условиям. Нервная система выполняет также трофическую функцию, регулируя рост, развитие, дифференцировку клеток, тканей и органов. Нейроны коры осуществляют высший синтез и анализ информации, на основе которых возникают процессы сознания и мышления.

Клеточный состав

Нервная ткань состоит из двух типов клеток: нейроцитов (нейронов) и глиоцитов (глиальных клеток). Нейроны способны воспринимать раздражение, генерировать потенциал действия, проводить и передавать нервный импульс, устанавливать контакты с другими клетками, а глиоциты создают условия для функционирования нейронов, обеспечивают их изоляцию, защиту, трофику, участвуют в обмене медиаторов и выделяют фактор роста нейроцитов.

По последним данным, головной мозг содержит 25 млрд нервных клеток, две трети из которых находятся в коре; глиальных клеток в 9-10 раз больше.

Нейрон – главная структурно-функциональная единица нервной системы. Он представляет собой отростчатую клетку размером от 4 до 130 мкм, состоящую из тела и отрост-

ков двух видов – аксон (нейрит) и дендриты. Длина отростков может составлять от нескольких мкм до 1,5 м. Аксон в клетке может быть только один, он обычно длинный, мало ветвящийся; по нему импульс идет от тела клетки. Дендриты, как правило, многочисленные, короткие, сильно ветвятся. По ним импульс идет к телу нейрона. Нейроны динамически поляризованы, т. е. могут проводить нервный импульс только в одном направлении – от дендрита к аксону. Таким образом, нейрон построен по типу воронки. Тело клетки выполняет в основном трофическую функцию по отношению к отросткам. Оно может иметь различную форму, от округлой до пирамидной.

По количеству отростков (морфологическая классификация) нервные клетки делят на несколько типов.

1. *Униполярные*: содержат единственный отросток – аксон. Такие клетки выявляются только в эмбриональном периоде как этап развития других видов нейроцитов.

2. *Биполярные*: имеют 2 отростка – аксон и дендрит. У человека подобные клетки обнаруживаются в сетчатке глаза и в спиральном ганглии внутреннего уха.

3. *Мультиполярные*: содержат более чем 2 отростка, один из них является аксоном, остальные – дендриты. Это наиболее распространенный в организме тип нейронов, они находятся как в центральных отделах нервной системы, так и в периферических (ганглии вегетативной части).

4. *Псевдоуниполярные*: от тела клетки отходит один об-

щий отросток, содержащий аксон и дендрит, затем он разделяется на 2 самостоятельных. Функционально это биполярные нейроны, они расположены в чувствительных узлах спинномозговых и черепных нервов.

Нервная клетка покрыта неврилеммой, которая кроме барьерной, обменной и рецепторной функции, присущей большинству клеточных типов, выполняет также специфическую функцию проведения нервного импульса.

Для цитоплазмы нейроцитов характерно наличие всех общих органелл (митохондрии, развитая гранулярная эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, клеточный центр, лизосомы) и органелл специального назначения, называемых нейрофибриллами. Ядра нервных клеток светлые, круглые, содержат 1–2 ядрышка. Такое строение характеризует нейроны как активно синтезирующие и секретирующие клетки.

В соответствии с функциональными особенностями нервные клетки классифицируются на чувствительные, вставочные и двигательные.

Чувствительные (афферентные, рецепторные) нейроны – это клетки, тела которых находятся в ганглиях периферической нервной системы. Их дендриты заканчиваются чувствительными нервными окончаниями, а аксон направляется в спинной мозг в составе задних корешков спинномозговых нервов или в ствол мозга в виде черепных нервов.

Вставочные (замыкательные, ассоциативные, кондуктор-

ные) передают возбуждение с афферентного на эфферентный нейрон; их тела и отростки лежат в пределах ЦНС.

Эффлекторные, или эфферентные, нейроны могут называться двигательными или секреторными в зависимости от того, на какой структуре (поперечно-полосатое мышечное волокно, гладкий миоцит или железа) заканчивается их аксон. Тела эфферентных нейронов могут находиться в центральной нервной системе или вегетативных ганглиях.

Глиоциты – вспомогательные клетки нервной ткани, изолирующие нейроны друг от друга – тоже делятся на группы. В зависимости от происхождения нейроглия подразделяется на макроглию и микроглию. Микроглия представлена мелкими отростчатыми клетками – глиальными макрофагами, которые выполняют функцию фагоцитоза. Это клетки мезенхимного происхождения, образовавшиеся из моноцитов крови. Макроглия имеет эктодермальный источник происхождения и включает три разновидности клеток: эпендимоциты, астроциты и олигодендроциты.

Эпендимоциты по морфологии напоминают эпителиальную ткань и образуют выстилку полостей головного и спинного мозга. Они выполняют опорную и разграничительную функцию, участвуют в секреции ликвора и обеспечивают его движение.

Астроциты – мелкие клетки звездчатой формы с многочисленными отростками. По строению отростков различают протоплазматические и волокнистые астроциты. Прото-

плазматические астроциты находятся в основном в сером веществе, обеспечивая опору и трофику нейроцитов; имеют короткие, сильно ветвящиеся отростки. Волокнистые локалируются в белом веществе, их отростки длинные, тонкие, мало ветвящиеся. Они выполняют те же функции, что и протоплазматические и, кроме того, образуют периваскулярные глиальные пограничные мембраны, входящие в состав гематоэнцефалического барьера.

Олигодендроциты – самая многочисленная популяция глиальных клеток. Исходя из их расположения в периферической нервной системе, среди них различают мантийные глиоциты, окружающие тела нейронов, леммоциты, или шванновские клетки, сопровождающие отростки и образующие нервные волокна, и концевые глиоциты, окружающие окончания дендритов.

Отростки нервных клеток (осевые цилиндры) и леммоциты образуют нервные волокна миелинового и безмиелинового типа. Отростки нейронов проводят нервное возбуждение, а шванновские клетки этому способствуют. Снаружи каждое нервное волокно покрыто тонкой оболочкой из рыхлой волокнистой соединительной ткани – базальной пластинкой.

Развитие в онтогенезе

Нервная система развивается из трех основных образований: нервной трубки, нервного гребня и нейральных пла-

код. Нервная трубка формируется в результате нейруляции из нервной пластинки – участка эктодермы, расположенного над хордой. Согласно теории организаторов Шпемена, бластомеры хорды способны выделять вещества – индукторы первого рода, в результате действия которых нервная пластинка прогибается внутрь тела зародыша и образуется нервный желобок, края которого затем сливаются, образуя нервную трубку. Смыкание краев нервного желобка начинается в шейном отделе тела зародыша, распространяясь сначала на каудальную часть тела, а позже на краниальную.

Нервная трубка дает начало центральной нервной системе, а также нейронам и глиоцитам сетчатой оболочки глаза. Вначале нервная трубка представлена многорядным нейроэпителием, клетки в нем называются вентрикулярными. Их отростки, обращенные в полость нервной трубки, соединены нексусами, базальные части клеток лежат на субпиальной мембране. Ядра нейроэпителиальных клеток меняют свое расположение в зависимости от фазы жизненного цикла клетки. Постепенно, к концу эмбриогенеза, вентрикулярные клетки утрачивают способность к делению и в постнатальном периоде дают начало нейронам и различным типам глиоцитов. В некоторых областях мозга (герминативные, или камбиальные зоны) вентрикулярные клетки не утрачивают способности к делению. В этом случае они называются субвентрикулярными и экстравентрикулярными. Из них, в свою очередь, дифференцируются нейробласты, которые, уже не

имея способности к пролиферации, подвергаются изменениям, в ходе которых превращаются в зрелые нервные клетки – нейроны. Отличием нейронов от остальных клеток своего дифферона (клеточного ряда) является наличие в них нейрофибрилл, а также отростков, при этом сначала появляется аксон (нейрит), позже – дендриты. Отростки образуют соединения – синапсы. Итого, дифферон нервной ткани представлен нейроэпителиальными (вентрикулярными), субвентрикулярными, экстравентрикулярными клетками, нейробластами и нейронами.

В отличие от глиоцитов макроглии, развивающихся из вентрикулярных клеток, клетки микроглии развиваются из мезенхимы и входят в макрофагическую систему.

Шейная и туловищная части нервной трубки дают начало спинному мозгу, краниальная часть дифференцируется в головной. Полость нервной трубки превращается в спинномозговой канал, соединенный с желудочками головного мозга.

Головной мозг в своем развитии претерпевает несколько стадий. Его отделы развиваются из первичных мозговых пузырей. Сначала их насчитывается три: передний, средний и ромбовидный. К концу четвертой недели передний мозговой пузырь разделяется на зачатки конечного и промежуточного мозга. Вскоре после этого делится и ромбовидный пузырь, давая начало заднему и продолговатому мозгу. Эта стадия развития головного мозга называется стадией пяти моз-

говых пузырей. Время их формирования совпадает со временем появления трех изгибов головного мозга. В первую очередь образуется теменной изгиб в области среднего мозгового пузыря, выпуклость его обращена дорсально. После него появляется затылочный изгиб между зачатками продолговатого и спинного мозга. Выпуклость его также обращена дорсально. Последним образуется мостовой изгиб между двумя предыдущими, но он изгибается в вентральную сторону.

Полость нервной трубки в головном мозге преобразуется сначала в полости трех, затем пяти пузырей. Полость ромбовидного пузыря дает начало четвертому желудочку, который соединяется через водопровод среднего мозга (полость среднего мозгового пузыря) с третьим желудочком, образованным полостью зачатка промежуточного мозга. Полость непарного поначалу зачатка конечного мозга соединяется через межжелудочковое отверстие с полостью зачатка промежуточного мозга. В дальнейшем полость конечного пузыря даст начало боковым желудочкам.

Стенки нервной трубки на стадиях формирования мозговых пузырей будут утолщаться наиболее равномерно в области среднего мозга. Вентральная часть нервной трубки преобразуется в ножки мозга (средний мозг), серый бугор, воронку, заднюю долю гипофиза (промежуточный мозг). Дорсальная ее часть превращается в пластинку крыши среднего мозга, а также крышу III желудочка с сосудистым спле-

тением и эпифиз. Латеральные стенки нервной трубки в области промежуточного мозга разрастаются, образуя зрительные бугры. Здесь под влиянием индукторов второго рода образуются выпячивания – глазные пузырьки, каждый из которых даст начало главному бокалу, а в дальнейшем – сетчатке глаза. Индукторы третьего рода, находящиеся в глазных бокалах, влияют на эктодерму над собой, которая отшнуровывается внутрь бокалов, давая начало хрусталику.

Конечный мозг разрастается в большей степени, чем остальные отделы головного мозга. Наружные слои стенок пузырей конечного мозга образуют серое вещество – кору. Кора затем покрывается многочисленными бороздами и извилинами, значительно увеличивающими ее поверхность.

Клетки, возникшие в процессе отшнуровывания нервной трубки от эктодермы, но не вошедшие в состав ни той, ни другой групп клеток, образуют нервный гребень, или ганглиозную пластинку. Эти клетки располагаются над нервной трубкой, под эктодермой. В процессе гистогенетической дифференцировки эти клетки дадут начало спинальным ганглиям и ганглиям вегетативной нервной системы. Часть этих клеток мигрирует в различные участки тела зародыша и образует мозговое вещество надпочечников, меланоциты и клетки Меркеля эпидермиса кожи.

Третьим образованием, давшим начало отдельным частям нервной системы, являются нейральные плакоды. Это утолщения эктодермального происхождения, расположен-

ные вблизи краниального конца нервной трубки. Из нейральных плакод будут развиваться некоторые ганглии головы, например, ганглии V, VII, VIII, IX и X пар черепных нервов.

Классификация отделов нервной системы

В связи с существованием в организме человека различных представительств нервной системы, с морфологической, физиологической, а также филогенетической точек зрения, выделяют несколько классификаций нервной системы. Так, существует разделение на центральный и периферический отделы. К первому относят спинной и головной мозг, ко второму ганглии (чувствительные: спинальные, черепных нервов; вегетативные: интраму-ральные и вынесенные за пределы органов), периферические нервы и сплетения, ими образованные.

Наряду с этой классификацией, в зависимости от функционирования различных ее частей нервную систему подразделяют на соматическую и вегетативную. Соматическая нервная система включает в себя рецепторный аппарат, представленный экстеро- и проприорецепторами, сюда относятся также афферентные (чувствительные, центробежные) нервные волокна, чувствительные ганглии, центральные отделы в спинном и головном мозге и эфферентные непрерывающи-

еся волокна, идущие к рабочим органам, т. е. эффекторам. Как правило, эффекторами соматической нервной системы являются скелетные мышцы. Функции соматической нервной системы заключаются в поддержании и регуляции двигательной активности, проявляющейся в поддержании позы за счет регуляции тонуса, локомоции и манипуляции в процессе целенаправленной деятельности.

Вегетативная (автономная) нервная система включает в себя рецепторный аппарат, состоящий из интерорецепторов; аналогичные соматической нервной системе афферентные волокна; чувствительные ганглии; центральные отделы головного и спинного мозга. Эфферентный путь прерывается в вегетативных ганглиях, расположенных либо отдельно друг от друга, либо объединившись в составе парных симпатических стволов. Автономная нервная система осуществляет иннервацию всех желез (внутренней, наружной и смешанной секреции, всех внутренностей), регулируя их метаболизм, гладкую мускулатуру сосудов, кожи, атипичные кардиомиоциты сердца. Вегетативная нервная система состоит из двух отделов: парасимпатического и симпатического; и в зависимости от отдела функции вегетативной нервной системы различны. Некоторыми авторами описывается третий отдел – метасимпатический. Его выделение условно, так как он не имеет представительства в центральной нервной системе и может быть отнесен к одному из двух вышеобозначенных.

Соматическая и вегетативная нервная система в процес-

се жизнедеятельности человека постоянно взаимодействуют, обеспечивая его нормальное функционирование. Так, например, при возбуждении рецепторов вегетативной нервной системы при голодании организма (в том числе хеморецепторы сосудов) в ЦНС формируется соматический ответ (активируется соматический отдел), направленный на поиск и потребление пищи.

Нейроэндокринный отдел

В качестве отдельной части нервной системы можно выделить нейросекреторную часть.

Существуют нейроны, которые, помимо свойств, характерных для нервных клеток, обладают способностью синтезировать различные биологически активные вещества. Они ориентированы преимущественно на выполнение эндокринной функции и входят в состав диффузной эндокринной системы вместе с клетками другой тканевой принадлежности. Одиночные гормонопродуцирующие клетки нервного происхождения объединяют в группу ПОДПА (поглощение и декарбоксилирование предшественников аминов) в соответствии с их способностью сочетать синтез олигопептидных гормонов и нейроаминов. Они происходят из нейробластов нервного гребня и имеют определенные отличия по морфологии от типичных нейроцитов. Нейросекреторные клетки по размерам являются одними из самых крупных нейронов

– до 100 мкм. Часто их ядра имеют неправильную форму, что указывает на их высокую функциональную активность. Хроматофильная субстанция смещена к периферии тела за счет наличия в цитоплазме гранул, содержащих нейросекрет различной природы. Секрет выводится из клетки путем экзоцитоза в кровь или цереброспинальную жидкость. Клетки группы ПОДПА в пределах нервной системы встречаются в головном мозге. Это клетки нейросекреторных ядер гипоталамуса, совмещающие производство белковых гормонов с интенсивным синтезом серотонина и других БАВ. В эту же серию входят клетки других органов, выполняющих или не выполняющих эндокринную функцию: С-клетки щитовидной железы, хромоффинные клетки мозгового вещества надпочечников, желудочно-кишечные эндокриноциты и другие.

Нейроэндокриноциты не зависят от влияния тропных гормонов аденогипофиза, но реагируют на импульсы от симпатических и парасимпатических нервов из центров вегетативной нервной системы.

Белковые гормоны оказывают как локальное, так и общее действие на организм. Местное действие осуществляется по отношению к тканям органов, в которых располагаются нейросекреторные клетки. Дистантно влияние распространяется на общие функции организма, включая высшую нервную деятельность. Нейросекреты выполняют регуляторную функцию.

Синапсы

Нервные клетки соединяются друг с другом и с другими клетками посредством специальных соединений – синапсов. Синапсы – специализированные образования, обеспечивающие проведение возбуждающего или тормозного нервного импульса с нервной клетки на иннервируемую, которая, в свою очередь, может быть нервной, мышечной или железистой. Если иннервируемая клетка нервная, то синапс называется межнейронным. Кроме межнейронных синапсов, по месту расположения выделяют нейроэффektorные (иннервируемая клетка мышечная или железистая) и нейрорецепторные (контакт между нейроном и вторично-чувствующей рецепторной клеткой). Межнейронные синапсы, в свою очередь, делятся на аксосоматические, аксодендритические и аксо-аксональные в зависимости от того, с какой частью иннервируемой клетки контактирует аксон – соответственно с телом клетки, дендритом, аксоном. Есть также дендро-дендритические, дендросоматические и сомато-соматические синапсы, но они встречаются редко и функция их не выяснена. Нейроэффektorные синапсы в зависимости от органа-эффектора бывают нейромышечные, нейрососудистые, нейросекреторные. По действию на иннервируемую клетку синапсы делят на возбуждающие и тормозные. По механизму передачи существуют химические, электрические

и смешанные. Наиболее часто у высших животных и человека встречаются химические синапсы, в строении которых выделяют три основных структуры: пресинаптическую мембрану на терминали аксона одной клетки, постсинаптическую плазмалемму иннервируемой клетки и синаптическую щель между ними. Потенциал действия не может распространяться через синаптическую щель с межклеточной жидкостью (20–50 нм), и поэтому в химических синапсах сложный и опосредованный механизм передачи потенциала действия через медиаторы (трансммиттеры, посредники).

В зависимости от применяемого посредника различают адрен-, холин-, дофамин-, гистамин-, пурин-, ГАМК-, опиат-эргические и другие синапсы. Сами медиаторы могут иметь различную природу. Единственным представителем класса сложных эфиров среди медиаторов является ацетилхолин, самый распространенный посредник в организме человека. Кроме сложных эфиров, медиаторы относят к биогенным аминам (дофамин, норадреналин, изо-пропилнорадреналин, серотонин, гистамин), аминокислотам (ГАМК, глутаминовая, аспарагиновая кислоты, глицин, аргинин), пептидам (энкефалины, эндорфины, ВИП, вещество Р, ангиотензин, соматостатин), пуринам (АТФ) и веществам с малой молекулярной массой (N₀, CO). Медиаторы так же, как и синапсы, подразделяют на возбуждающие (АХ, глутаминовая кислота, аргинин) и тормозные (ГАМК, глицин, вещество Р, серотонин, АТФ, дофамин). Есть медиаторы, которые в за-

висимости от рецепторов постсинаптической мембраны могут оказывать как возбуждающий, так и тормозной эффект (норадреналин, изопропил-норадреналин, гистамин).

По принципу Дейла, один нейрон на пресинаптических мембранах всех своих контактов способен выделять лишь один определенный медиатор, оказывая возбуждающий или тормозной эффект, но благодаря различным видам рецепторов постсинаптических мембран и действию двояко влияющих трансмисмиттеров принцип Дейла может быть нарушен. Более того, в настоящее время доказано, что, помимо какого-либо определенного медиатора, в синапсах выделяется сомедиатор белковой природы, функция которого заключается в катализации реакции синтеза медиатора.

Медиатор локализован в везикулах на терминали аксона. Эти везикулы находятся в состоянии броуновского движения, и часть их постоянно отшнуровывается в синаптическую щель, фиксируется на постсинаптической мембране, возбуждает ее рецепторы, создавая фоновую биоэлектрическую активность. Скорость отшнуровывания довольно мала: в 1 мс от 1 до 3 везикул подходит к цитоплазматической мембране, взаимодействует с ней и поступает в синаптическую щель. Количество посредника в одном пузырьке условно обозначают квантом медиатора. Применимо к ацетилхолину это около 2000 его молекул. Кроме везикул, цитоплазма пресинаптического окончания богата митохондриями, микротрубочками, микрофиламентами. Плазмолемма термина-

лиак-сона имеет большое количество кальциевых каналов, на ней отсутствуют потенциалзависимые натриевые и калиевые каналы, поэтому на пресинаптической мембране потенциал действия генерироваться не может. Высвобождение медиатора везикул происходит под действием потенциала действия (нервного импульса), пришедшего по аксону. Большая роль в освобождении медиатора принадлежит ионам кальция, которые при подходе потенциала действия к пресинаптическому окончанию быстро поступают в клетку через открывающиеся кальциевые каналы. Ионы кальция активируют внутриклеточный транспорт везикул посредством микротрубочек и микрофиламентов, при этом хаотичное движение пресинаптических пузырьков меняется на упорядоченное. Подходя к цитоплазматической мембране, везикулы взаимодействуют с ней, затем отшнуровываются. В 1 мс до 250 квантов медиатора покидают пресинаптическое окончание. Существует зависимость между количеством ионов кальция, поступивших в терминаль из внеклеточной среды, и количеством квантов выделившегося медиатора. Так, например, в холинэргических синапсах на 1 квант выделившегося АХ приходится 4 иона кальция.

Минуя синаптическую щель, медиатор попадает на постсинаптическую мембрану. Она имеет складчатый характер, на ней расположены два вида белка – белок-рецептор и ферментативный белок, выполняющий функцию разрушения медиатора (холинэстераза, катехолоксиметилтрансфераза и

др.). В холинэргических синапсах функцию узнавания медиатора выполняет холинорецептор. Взаимодействие рецептора с медиатором обусловлено силами электростатического притяжения и отталкивания. И холинорецептор, и ацетилхолин имеют эстрафильные концы (обладают и положительным, и отрицательным зарядом), которые способны притягиваться друг к другу. В зависимости от того, каким веществом, кроме ацетилхолина, рецептор способен возбуждаться, выделяют никотинзависимые и мускаринзависимые холинорецепторы. Для первых такими веществами являются никотин, гексоний (ганглиоблокаторы), для вторых – мускарин, атропин и др. Кроме белка-рецептора, постсинаптическая мембрана содержит белок, способный разрушать молекулы медиатора. В холинэргических синапсах это холинэстераза. Имея подобное холинорецептору строение, она также взаимодействует с ацетилхолином, разрушая его на холин и уксусную кислоту. На постсинаптической мембране количество молекул холинорецептора и холинэстеразы одинаковы.

В адренэргических синапсах постсинаптическая мембрана также содержит рецепторы (адренорецепторы) и ферменты, разрушающие медиаторы норадреналин и изопрропилнорадреналин (катехолоксиметилтрансфераза – КОМТФ). Адренорецепторы, как и холинорецепторы, различны. Их существует 4 вида: α_1 -, α_2 -, β_1 - и β_2 -адренорецепторы. α -адренорецепторы реагируют на медиатор норадреналин; β -адре-

норецепторы, кроме норадреналина, возбуждаются изопропилнорадреналином, дофамином и адреналином, который вообще не является медиатором, но является конечным звеном цепочки катехоламинов, получаемых из аминокислоты фенилаланина; для его разрушения на постсинаптической мембране адренергических синапсов есть специальный фермент – моноаминоксидаза. (МАО).

Все адренорецепторы локализируются на постсинаптических мембранах, исключение составляют лишь α_2 -адренорецепторы, которые могут располагаться на пресинаптических мембранах хо-линэргических, адренэргических, серотонинэргических синапсов, выполняя тормозную функцию при выделении ацетилхолина, нор-адреналина, серотонина. Кроме пресинаптических мембран указанных синапсов, α_2 -адренорецепторы могут находиться на пост-синаптических мембранах ЦНС.

α_1 -располагаются на постсинаптических мембранах синапсов сердца; возбуждение этих рецепторов вызывает расширение коронарных сосудов.

β_2 -адренорецепторы располагаются в синапсах других органов. Возбуждение этих рецепторов вызывает эффекты, аналогичные действию волокон от ш-адренорецепторов.

В ГАМК-эргических синапсах постсинаптическая мембрана также содержит рецепторы к медиатору. Это ГАМК α - и β -рецепторы. Первые локализируются лишь в ЦНС, вторые, кроме центральных отделов нервной системы, находятся в

ганглиях сердца, кишечника и т. д.

H_1 - и H_2 -рецепторы содержат постсинаптические мембраны гистаминэргических синапсов. Возбуждение этих рецепторов в синапсах ЖКТ оказывает противоположный холиновым нервным волокнам эффект.

В серотонинэргических синапсах постсинаптическая мембрана несет четыре вида рецепторов к серотонину: $5HT_1$, $5HT_2$, $5HT_3$, $5HT_4$. Такие синапсы находятся в основном в органах ЖКТ.

Дофаминэргические синапсы содержат D_1 - и D_2 -рецепторы к дофамину. Эти образования локализуются в большом количестве в ЦНС (черная субстанция среднего, базальные ядра конечного мозга). В результате взаимодействия вышеупомянутых рецепторов со специфичными для этих рецепторов медиаторами меняется проницаемость хемовозбудимых каналов, локализованных на постсинаптической мембране. Как правило, происходит открытие натриевых, кальциевых каналов, и эти ионы поступают внутрь клетки. В ряде случаев возможно закрытие каналов. Перемещение ионов через постсинаптическую мембрану вызывает возникновение локального электрического ответа, который может нести как возбуждающий (сопровождающийся деполяризацией мембраны), так и тормозной (гиперполяризация) характер. Деполяризация мембраны (возбуждающий постсинаптический потенциал – ВПСП) возникает благодаря активации хемозависимых натриевых каналов, через ко-

торые осуществляется лавинообразное движение натрия в клетку. Значение в формировании ВПСП имеют также ионы кальция, поступающие в клетку, и выходящие ионы калия. Длительность ВПСП составляет около 5 мсек, амплитуда – примерно 20 мВ.

Тормозной постсинаптический потенциал формируется в результате гиперполяризации мембраны за счет выхода ионов калия по градиенту концентрации из клетки и входа ионов хлора внутрь клетки. Самую важную роль играют ионы хлора. Возможно возникновение ТПСП без гиперполяризации. Это возникает, когда мембранный потенциал нейрона более отрицателен, чем равновесный хлорный потенциал (70 мВ). В этом случае ионы хлора покидают клетку через открытые каналы, развивается деполяризация мембраны до уровня равновесия потенциалов по хлору, но синапс будет все равно тормозным, так как дальнейшая деполяризация мембраны невозможна из-за нейтрализации зарядов входящих ионов натрия входящими ионами хлора и выходящим калием. Длительность ТПСП составляет 2–5 с, амплитуда равна 10 мВ.

Таким образом, сущность механизма передачи импульса через химический синапс заключается в преобразовании электрической энергии в энергию химических связей, обуславливающую взаимодействие медиатора с рецептором, а затем – опять в электрическую энергию формирующегося потенциала действия (ТПСП и ВПСП).

Электрические синапсы были открыты Дж. Экклсом в 1961 г. Главным отличием их от химических является отсутствие посредника; осуществляется прямая передача потенциала действия с одной клетки на другую. Главным структурным отличием можно считать узкую синаптическую щель (2–4 нм). Через нее в электрических синапсах протянуты белковые каналы (диаметр до 2 нм), способные пропускать ионы и низкомолекулярные вещества. ПД не затухает в межклеточной жидкости синаптической щели, входит внутрь иннервируемой клетки, затем через постсинаптическую мембрану выходит на ее поверхность, вызывая деполяризацию.

В организме человека электрических синапсов значительно меньше, чем химических, причем в эмбриогенезе их больше, чем в постнатальном периоде. Они встречаются в структурах ЦНС (ядра тройничного, глазодвигательного нервов, вестибулярные ядра Дейтерса), вставочные диски (нексусы кардиомиоцитов) также пример электрических синапсов.

Электрические синапсы обладают рядом преимуществ перед химическими (высокая лабильность из-за малой синаптической задержки – 0,1 мсек, низкая утомляемость, надежность передачи), но и обладают некоторыми недостатками, главным среди которых можно назвать почти полное отсутствие одностороннего проведения возбуждения. Возможно, именно это сыграло главную роль в том, что в процессе эволюции электрические синапсы большей частью возникли из

нервных систем высших позвоночных.

Кроме межнейронных синапсов (иннервируемая клетка – нейрон), существуют также нейроэффektorные и нейрорецепторные. Нейроэффektorные синапсы подразделяются на нервно-мышечные (мионевральные) и нервно-железистые. Мионевральный синапс представляет собой контакт многочисленных ветвлений осевого цилиндра аксона и участка мышечного волокна. Разветвленные терминали аксона, погружаясь в мышечное волокно, вовлекают за собой сарколемму; этот участок и является постсинаптической мембраной мионеврального синапса. Плазмолеммы клеток (пре- и постсинаптические) разделены синаптической щелью порядка 50 нм. Кроме того, существуют вторичные синаптические щели, образованные многочисленными складками сарколеммы и представляющие собой ветвления первичной синаптической щели. Пресинаптическое окончание аналогично таковому в межнейронных синапсах. Везикулы содержат медиатор ацетил-холин. Саркоплазма возле постсинаптической мембраны содержит большое число митохондрий, скопление овальных ядер; мышечное волокно в этом месте не имеет типичной поперечной исчерченности.

Постсинаптическая мембрана мионевральных синапсов так же, как и в холинэргических межнейронных синапсах, содержит белки холинорецептор и холинэстеразу. Механизм передачи потенциала действия нервно-мышечного синапса аналогичен таковому в межнейронных.

Особенностью мионевральных контактов в гладкой мышечной ткани является то, что терминали аксона около миоцитов образуют варикозы – четкообразные расширения, содержащие везикулы с ацетилхолином и норадреналином.

Нейросекреторные синапсы устроены значительно проще, чем мионевральные. Они представляют собой лишь утолщение терминалей аксона, содержащее в основном ацетилхолин. Медиатор нервных окончаний поступает непосредственно в межклеточное пространство.

Нейрорецепторные синапсы, представляющие собой контакт нервной клетки с вторично-чувствующей клеткой органов вкуса, равновесия и слуха, а также контакты нервных клеток со специальными клетками соединительной, мышечной тканей и некоторыми клетками глии. В органах вкуса, слуха и равновесия потенциал действия возникает на сенсорной клетке и обусловлен либо изменением ее биохимического состава, либо реакцией с рецепторами на поверхности клетки (волосковые клетки органа слуха и равновесия) при взаимодействии их с медиатором из внеклеточной среды (ацетилхолин, содержащийся в эндолимфе).

Потенциал действия с мембраны сенсорной клетки переходит на невритическую нервную окончание, запуская афферентный импульс.

К контактам отростков нервных клеток с клетками глии и соединительной ткани относятся чувствительные инкапсулированные окончания в виде пластинчатых и осязательных

телец. В обоих случаях нервная клетка напрямую контактирует только с видоизмененными леммоцитами, соединительная ткань образует капсулу окончания.

Контакт чувствительных нервных клеток с клетками мышечной ткани сформировался в виде рецепторов нервно-мышечных веретен. Мышечные волокна, участвующие в контакте и окруженные соединительно-тканной капсулой, называются интрафу-зальными (два типа: с ядерной сумкой и с ядерной цепочкой). Импульс на мембране нервных клеток нервно-мышечных веретен возникает вследствие скольжения интрафузальных мышечных волокон вдоль нервного окончания.

Существуют также нервно-сухожильные волокна, в основе которых лежит контакт разветвленной нервной терминали с коллагеновыми сухожилиями.

Волокна и проведение импульса

Проведение нервных импульсов осуществляется при помощи отростков нервных клеток – нервных волокон. По особенностям строения и расположения осевых цилиндров в составе нерва (по отношению к шванновским клеткам) различают волокна мякотного (миелинизированные) и безмякотного типа. Как правило, нервы включают волокна обоих типов в разном количественном соотношении. Миелиновые волокна преобладают в чувствительных и двигательных нер-

вах органов чувств, скелетных мышц и вегетативной нервной системы. Безмиелиновые преимущественно встречаются в составе нервов симпатического отдела.

Волокна мякотного и безмякотного типов состоят из одинаковых структурных компонентов: отростка нервной клетки (осевого цилиндра), шванновских клеток (леммоцитов) и базальной мембраны (тонкой пластинки, состоящей из рыхлой волокнистой соединительной ткани и покрывающей каждое нервное волокно снаружи). Миелиновое волокно представлено осевым цилиндром, окруженным миелиновой оболочкой. Шванновские клетки, окружающие отросток нейрона, образуют дубликатуры цитоплазматической мембраны, называемые мезаксонами. Многократно обертываясь вокруг осевого цилиндра, мезаксон формирует миелиновую оболочку нервного волокна, представляющую собой плотный липидно-белковый футляр. На протяжении мякотного нервного волокна через примерно равные интервалы имеются участки истончения миелинового слоя, ширина которых составляет около 1 мкм. Эти участки получили название перехватов Ранвье. Они имеют большое функциональное значение при проведении нервного импульса. Расстояние от одного до другого перехвата называется межузловым сегментом. Мякотные волокна могут располагаться как в пределах центральной нервной системы, так и вне ее. В зависимости от этого среди них различают центральные и периферические. Миелиновые волокна характеризуются высо-

кой скоростью проведения импульсов (60-120 м/с). Эта особенность обусловлена изолирующей функцией миелинового слоя и наличием перехватов Ранвье.

Безмякотные нервные волокна построены более примитивно. Они представлены цепочкой шванновских клеток, в которую вдавлено от одного и более осевых цилиндров. В среднем их количество составляет от 5 до 20. Миелинового слоя в этих клетках нет, леммоциты образуют между осевыми цилиндрами мезаксоны, не играющие существенной роли в проведении нервного возбуждения. Отростки нейроцитов расположены довольно рыхло и плохо изолированы. Поэтому они могут переходить из одного безмиелинового волокна в другое. Снаружи волокно покрыто соединительно-тканной базальной пластинкой. В связи с перечисленными особенностями строения безмякотные нервные волокна называют волокнами кабельного типа. Скорость проведения в них (3–5 м/с) гораздо ниже, чем в миелиновых.

Функцией нервного волокна является проведение нервных импульсов, способ которого в мякотных и безмякотных нервных волокнах несколько различается. В этом процессе большое значение имеют структуры нервного волокна.

Главный элемент с функциональной точки зрения – цитоплазматическая мембрана осевого цилиндра. Именно на мембране возникает нервный импульс, а затем распространяется по ней. Миелин одновременно служит изолятором и выполняет трофическую функцию по отношению к осевому

цилиндру. Являясь веществом липидно-белковой природы, миелин благодаря своему высокому сопротивлению ограничивает передвижение ионов. В связи с этим потенциал действия, возникновение которого связано с перераспределением ионов, может возникать не на любом участке волокна, а в местах наименьшего сопротивления – истончениях миелина, перехватах Ранвье. Это имеет большое значение в проведении нервного возбуждения и обуславливает разницу механизмов проведения в мягкотных и безмякотных волокнах. Трофическая функция миелиновой оболочки заключается в регуляции роста и обмена веществ осевого цилиндра. Кроме того, шванновские клетки при повреждении нерва осуществляют дегенерацию дистальной от тела клетки отсеченной части осевого цилиндра, а затем образуют ложе для нового волокна, обеспечивая направление продвижения колбы роста.

Свою роль в распространении импульса играют и внутриклеточные структуры осевого цилиндра, в частности нейрофибриллы, микротубулы и транспортные филаменты, соединяющиеся с различными веществами или органеллами и осуществляющие их транспорт по нервным волокнам.

Проведение импульса протекает при определенных условиях и подчиняется ряду законов. Во-первых, проведение нервного импульса по волокну может осуществляться полноценно лишь при условии его анатомической и физиологической целостности, или непрерывности. Анатомическая це-

целостность может нарушаться при механических повреждениях, например при перерезке или сдавливании волокна, нарушение физиологической целостности может быть результатом сильного охлаждения, действия веществ – блокаторов натриевых каналов мембраны (местных анестетиков) или других подобных факторов. Все это вызывает частичное или полное нарушение проводимости нервного волокна.

С помощью многочисленных опытов (А. И. Бабухин, 1877 г., В. Кюне, 1886 г.) было доказано, что возникшее на мембране возбуждение распространяется в двух направлениях: в центробежном и в центростремительном. Потенциал действия возникает на нейроне в так называемой триггерной зоне (в месте перехода тела нервной клетки в нейрит), и распространяется по аксону и по телу к дендритам. В условиях целостного организма наблюдать двустороннее проведение нельзя из-за наличия клапанного аппарата синаптических соединений, передающих импульс только в одном направлении, и специфики места возникновения возбуждения (рецепторного аппарата).

В одном нерве могут находиться волокна разных видов – двигательные, чувствительные, вегетативные – различающиеся иннервируемыми структурами. В связи с этим очень важным свойством является изолированное проведение возбуждения в нервных волокнах. В первую очередь, роль изолятора выполняет миелиновая оболочка, обладающая высоким сопротивлением. Большое значение имеет также нали-

чие жидкости в межклеточных пространствах. За счет более низкого ее сопротивления по сравнению с мембраной волокна ток между деполяризованным и покоящимся участками мембраны идет по межклеточным щелям и не затрагивает другие волокна.

Таким образом, проведение нервного импульса подчиняется трем основным законам: закону анатомической и физиологической целостности, двустороннего проведения и изолированного проведения возбуждения.

Процесс проведения начинается с возникновения потенциала действия. Потенциал действия – это быстрое кратковременное смещение мембранного потенциала (потенциала покоя); сдвиг происходит в положительную сторону и возникает в нервных и мышечных клетках в результате воздействия раздражителя, имеющего пороговую или сверхпороговую силу. Пороговой называют такую минимальную силу раздражителя, которую нужно приложить для возникновения потенциала действия в клетке. Распространение потенциала действия происходит без изменения его амплитуды, которая в разных клетках составляет от +110 до +140 мВ. Величина амплитуды не зависит от прилагаемой силы раздражителя, она одинакова как при воздействии пороговых, так и более сильных раздражителей. Поэтому принято считать, что потенциал действия подчиняется закону «все или ничего».

Возникновение его начинается со снятия потенциала по-

коя. Потенциалом покоя, или мембранным потенциалом, называют разницу потенциалов между наружной (положительно заряженной) и внутренней (отрицательно заряженной) поверхностями клеточной мембраны в состоянии относительного физиологического покоя. Эта величина составляет примерно 60–90 мВ.

В соответствии с мембранно-ионной теорией, предложенной в 1902 г. немецким физиологом Н. А. Берштейном, в поддержании постоянства потенциала покоя участвует ряд факторов.

Среди них называют в первую очередь особенности строения и функционирования клеточных мембран. Разность потенциалов существует за счет различного содержания ионов натрия, калия, кальция и хлора в клетке и вне ее и, следовательно, различной проницаемости мембраны для них. Важным свойством цитоплазматической мембраны является наличие в ней белков (60 %); среди них различают периферические, погруженные (полуинтегральные) и трансмембранные (интегральные), которые помимо рецепторной и ферментативной функции выполняют транспортную функцию и образуют поры, предназначенные для перемещения определенных ионов.

Поры, или каналы, имеют диаметр около 1 нм, образованы молекулами белков и работают в соответствии с воротным механизмом, регуляция которого обеспечивается разностью потенциалов или взаимодействием белка-рецептора с адек-

ватным медиатором.

В соответствии с последним, различают поры электровозбудимые (преобладают в нервных и мышечных клетках) и хемовозбудимые. Функционирование воротного механизма представляет собой последовательную смену состояний канала. В закрытом состоянии, которое существует в относительном физиологическом покое, пора не может пропустить ион. Из закрытого состояния канал переходит в открытое, соответствующее началу деполяризации. Это, собственно, время работы поры. После открытого следует состояние инактивации, когда канал все еще открыт, но ион не пропускает. После этого канал вновь закрывается.

Поры могут осуществлять транспорт только определенно-го иона, таким образом, обладая специфичностью (избирательностью), что объясняется разницей или сходством диаметра иона и канала, зарядом внутри него и вышеописанным воротным механизмом.

В покое клеточная мембрана обладает хорошей проницаемостью для ионов калия и хлора. Проницаемость для натрия гораздо ниже. Анионы и молекулы органических веществ не могут проникнуть через мембрану.

Следующим фактором, обуславливающим наличие и постоянство величины мембранного потенциала, является ионная асимметрия внутри клетки и снаружи. В клетке содержатся преимущественно ионы калия и анионы органических веществ, а вне ее больше ионов натрия, хлора и каль-

ция. Ионную асимметрию можно считать главной причиной существования мембранного потенциала. Она поддерживается за счет избирательной проницаемости цитоплазматической мембраны и физико-химического равновесия Доннана.

Большое значение в поддержании мембранного потенциала имеют так называемые пассивные силы, объединяющие силы простой диффузии и электростатического взаимодействия ионов. Пассивными их называют потому, что для своей реализации они не требуют энергетических затрат. Действие этих сил можно проследить, например, на ионе калия. Клеточная мембрана хорошо проницаема для калия, в клетке содержание калия больше, чем вне ее. По градиенту концентрации калий выходит из клетки. Он заряжен положительно, следовательно, выходя на поверхность, он попадает под действие сил электростатического отталкивания, так как в состоянии относительного физиологического покоя наружная мембрана также заряжена положительно, и снова возвращается в клетку. Таким образом, калий находится преимущественно внутри нее.

Для хлора, находящегося большей частью снаружи, клеточная мембрана тоже легко проницаема. Аналогично калию, на хлор действуют силы простой диффузии, под воздействием которых он устремляется в клетку. Отрицательный заряд внутренней поверхности мембраны отталкивает анионы, и хлор остается снаружи.

Клеточная мембрана не пропускает ионы натрия, находя-

щегося вне клетки, и анионы органических веществ (внутри), они не могут пройти через нее при помощи диффузии и соответственно, остаются за пределами клетки и в ней.

Фактически мембранный потенциал основывается на электрохимическом равновесии по иону калия (количество калия, вышедшего из клетки благодаря диффузии и вернувшегося путем электростатического отталкивания, одинаково). Это равновесие развивается при условии, если создается равенство сил диффузии и отталкивания в клетке.

Важным звеном в формировании и поддержании мембранного потенциала является работа натрий-калиевого насоса, активного транспорта ионов через цитоплазматическую мембрану против градиента концентрации с затратой энергии. Функционирование насоса происходит при участии натрий-калиевой АТФ-азы, которая за один цикл работы насоса выводит за пределы клетки три иона натрия и возвращает два калия.

При возникновении потенциала действия происходит снятие мембранного потенциала и перезарядка мембраны, что является результатом постепенного изменения проницаемости для определенных ионов. Он способен генерироваться только в определенных участках мембраны нервной клетки, называемых электровозбудимыми. Они располагаются в аксональном холмике (триггерная зона), нейрите, иногда в теле (но не на постсинаптических мембранах), в перехватах Ранвье. Наиболее значимая из этих структур – аксональный

холмик. Потенциал действия возникает лишь при достижении критического уровня деполяризации (влияние распространяющегося возбуждающего постсинаптического потенциала из синапсов или рецепторного потенциала с чувствительных нейронов). Мембрана аксонального холмика содержит большое количество натриевых и калиевых каналов и, кроме того, имеет сравнительно низкий с другими структурами порог возбуждения. Это обуславливает более легкое достижение критического уровня деполяризации. Таким образом, этот участок является наиболее легко возбудимым в клетке.

С точки зрения мембранно-ионной теории, потенциал действия развивается благодаря повышению мембранной проницаемости для двух видов ионов – натрия и калия. Сначала открываются натриевые каналы, проницаемость увеличивается в 400–500 раз, и натрий устремляется в клетку. Для калия проницаемость становится возможна позже, к началу реполяризации, и увеличивается всего в 10–15 раз. В итоге в процессе формирования потенциала действия натрия выходит гораздо больше, чем выходит калия.

Потенциал действия – достаточно сложное комплексное явление, включающее несколько фаз. В первую очередь возникает локальный ответ, затем следует пик, или спайк, состоящий из фазы деполяризации и реполяризации, позже наблюдаются следовые потенциалы – отрицательный и положительный.

Локальный ответ (начальная фаза) возникает, когда сила действующего раздражителя еще не достигла пороговой (подпороговой раздражитель). Этот этап характеризуется увеличением ионной проницаемости мембраны для всех ионов (неспецифически). Мембранный потенциал начинает смещаться в положительную сторону. В процессе увеличения силы воздействия при достижении 50–70 % от порога уже имеет место специфическое увеличение проницаемости для натрия, который силами простой диффузии входит в клетку и частично деполяризует мембрану. Мембранный потенциал стремится к критическому уровню деполяризации, который в разных клетках может составлять примерно от 50 до 40 мВ

При достижении раздражителем пороговой силы начинается первый этап фазы спайка: деполяризация (восходящее колено). Мембранный потенциал достигает критического уровня, что вызывает открытие всех натриевых каналов и лавинообразный ток ионов внутрь клетки. Это становится причиной увеличения мембранного потенциала до нуля, а затем и перезарядки мембраны. Деполяризация прекращается после развития нового электрохимического равновесия по натрию и инактивации натриевых каналов.

В процессе реполяризации (нисходящее колено) мембрана начинает пропускать ионы калия. Он покидает клетку, удаляя таким образом положительный заряд. Перераспределение ионов активизирует работу натрий-калиевого насоса.

За реполяризацией следует отрицательный следовой потенциал. Он характеризуется повторным незначительным увеличением проницаемости для натрия, который в небольшом количестве входит в клетку и вызывает приближение мембранного потенциала к критическому уровню – частичную деполяризацию. Эта фаза сменяется положительным следовым потенциалом, основным явлением которого называют следовую гиперполяризацию (формирование положительного заряда на наружной поверхности мембраны, возникающее в результате продолжения тока калия из клетки). В итоге величина мембранного потенциала вновь отдаляется от критического уровня.

Таким образом, возбуждение включает локальный ответ, который не распространяется и быстро затухает, и волновой ответ, распространяющийся далее по волокнам.

Осуществляясь в соответствии с одинаковыми закономерностями, процессы проведения в миелиновых и безмиелиновых волокнах отличается рядом особенностей. В безмиелиновых волокнах импульс распространяется от возбужденного участка к соседним, расположенным рядом с ним. Распространение потенциала действия происходит в обе стороны без изменения амплитуды с помощью круговых токов.

Механизм распространения нервного возбуждения в миелиновых волокнах происходит несколько иначе. Потенциал действия распространяется скачкообразно (сальтаторно); деполяризуются только участки истончения миелино-

вой оболочки – перехваты Ранвье (Б. Ф. Вериге, 1899 г.). Возбуждение распространяется с одного перехвата на соседний, минуя участки, покрытые плотным слоем миелина. Сальтаторное проведение имеет ряд преимуществ по сравнению с кабельным. Оно отличается большей эффективностью ввиду большого количества ионных натриевых каналов в перехватах – до 10000 на 1 кв. мкм мембраны. При повреждении миелинового нервного волокна нарушение проведения менее выражено, чем в безмиелиновых при аналогичных условиях. Это обусловлено тем, что «перепрыгивание» возможно не только на соседний перехват, но и минуя один или более. Это возможно благодаря тому, что амплитуда потенциала действия в перехвате примерно в пять раз больше необходимой для деполяризации другого перехвата.

Различная скорость проведения, продолжительность фаз потенциала действия, строение волокон позволяет подразделять их на 3 вида: А, В, С.

Волокна типа А – миелиновые, они, в свою очередь, подразделяются еще на 4 подгруппы: α -, β -, γ - и δ -волокна. Альфа-волокна, или, как их еще называют, А-а, среди этой группы имеют самый большой диаметр (12–22 мкм) и высокую скорость проведения импульса (70–120 м/с). В организме они достаточно распространены. К этой группе относятся двигательные и чувствительные волокна скелетной мускулатуры. Что касается длительности различных фаз потенциала действия, то продолжительность пика составляет 0,4–0,5

мс, следовой деполяризации – 15–20 мс, следовой гиперполяризации – 40–60 мс. Следующие подгруппы типа А – А-β, А-γ, А-δ – отличаются меньшим диаметром и скоростью проведения возбуждения, но их потенциал действия более продолжителен, чем А-α. Эти волокна участвуют в основном в проведении импульсов от различных рецепторов внутренних органов в нервные центры. А-β волокна идут от тактильных рецепторов, А-γ – от тактильных и барорецепторов, а также к мышечным веретенам как двигательные волокна. В А-δ подгруппу входят афферентные волокна, несущие импульс от термо-, барорецепторов и ноцицепторов. Проведение в трех последних подгруппах составляет 1-12 м/с. Самое быстрое проведение – в А-β волокнах. Пик потенциала действия может продолжаться до 0,9–1,0 мс, (наиболее длительное – в А-β волокнах). Следовая деполяризация и гиперполяризация продолжаются примерно в течение того же времени, что и в А-α.

Волокна типа В также покрыты миелиновой оболочкой, имеют достаточно низкую скорость проведения и находятся в составе вегетативных отделов нервной системы. В основном, это преганг-лионарные вегетативные волокна. Проведение осуществляется со скоростью от 3 до 18 м/с. Наряду с этим, в В-волокнах потенциал действия по длительности превосходит более чем в 3 раза это значение в А-волокнах. Важнейшим отличием является тот факт, что в этих волокнах не наблюдается фаза следовой гиперполяризации. Сле-

довая гиперполяризация может продолжаться до 100 мс.

Волокна типа С по строению безмиелиновые, очень тонкие, всего 0,5–2,0 мкм в диаметре. Они также обнаруживаются в вегетативной нервной системе в составе постганглионарных волокон, осуществляя проведение от рецепторов тепла, холода, давления и боли. Эти волокна отличаются наиболее медленной скоростью проведения (не больше 3 м/с). Их потенциал действия отличается самой большой (по сравнению с другими типами) длительностью развития потенциала действия: у теплокровных животных и человека – до 2 мс.

Регенерация

Волокна способны существовать и выполнять свою функцию только тогда, когда они связаны с телом нейрона. Повреждение волокна ведет к нарушению или утрате способности проводить возбуждение. Перерезка ведет к гибели отсеченной части волокна. Однако волокна способны регенерировать за счет гипертрофии (эндорепродукции). Разрушение отделенного волокна и образование нового является сложным и длительным процессом и протекает в несколько последовательных стадий. После перерезки миелиновый слой перерождается в жировые капли. Леммо-циты осуществляют дегенерацию осевого цилиндра с помощью гидролитических ферментов лизосом. В результате на месте волокна

остаётся цепь леммоцитов. Дальше начинается регенерация волокна. От места его отделение в ложе, образованной шванновскими клетками, начинает прорасти колба роста. Регенерация осуществляется с примерной скоростью 0,5–4,5 мм за сутки в зависимости от строения волокна и местоположения его в организме.

Рефлекторная дуга

Деятельности нервной системы присущ рефлекторный характер. Ещё в XVII в. французский философ и математик Рене Декарт дал описание рефлекторному акту. Он отметил реакцию организма на раздражение и высказал предположение о существовании пути, по которому проходит нервное возбуждение. Сам термин «рефлекс» был выдвинут позже – в XVIII в. – чешским ученым Дж. Прохазкой (с латинского «рефлекс» – отраженное действие). В дальнейшем И. М. Сеченов в своей работе «Рефлексы головного мозга» доказал, что ответы нервной системы на различного рода раздражения протекают по рефлекторному механизму, т. е. все сознательные и бессознательные действия имеют рефлекторное происхождение. Под рефлексом понимается конкретная реакция организма на раздражитель внутренней среды либо поступивший извне с обязательным участием центральной нервной системы. Рефлексы принято называть функциональными единицами нервной деятельности.

Рефлексы поддаются классификации по различным критериям. Так, в зависимости от уровня замыкания дуги, т. е. по месту локализации рефлекторного центра, рефлексы подразделяют на спинальные (рефлекс замыкается в спинном мозге), бульбарные (рефлекторный центр – продолговатый мозг), мезэнцефальные (замыкание рефлекторной дуги осуществляется в среднем мозге), диэнцефальные и кортикальные рефлекторные центры находятся в конечном мозге и коре больших полушарий соответственно. По эффекторному признаку они бывают соматические, когда эфферентный путь рефлекса осуществляет двигательную иннервацию скелетной мускулатуры, и вегетативные, когда эффекторами являются внутренние органы. В зависимости от вида раздражаемых рецепторов рефлексы делят на экстероцептивные (если рецептор воспринимает информацию из внешней среды), проприо-цептивные (рефлекторная дуга начинается от рецепторов костно-мышечно-сухожильного аппарата) и интероцептивные (от рецепторов внутренних органов). Интероцептивные рефлексы, в свою очередь, подразделяются на висцеро-висцеральные (рефлекторная дуга связывает два внутренних органа), висцеро-мышечные (рецепторы находятся на мышечно-сухожильном аппарате, эффектор – внутренний орган) и висцеро-кутанные (рецепторы локализованы в коже, рабочие органы – во внутренности). По Павлову, рефлексы делят на условные (выработанные в течение жизни, специфичные для каждого индивида) и безусловные

(врожденные, видоспецифичные: пищевые, половые, оборонительно-двигательные, гомеостатические и др.).

Независимо от вида рефлекса его рефлекторная дуга содержит рецептор, афферентный путь, нервный центр, эфферентный путь, рабочий орган и обратную связь. Исключением являются аксон-рефлексы, рефлекторная дуга которого располагается в пределах одного нейрона: чувствительные отростки генерируют центростремительные импульсы, которые, проходя через тело нейрона, по аксону распространяются в центральную нервную систему, а по ответвлению аксона импульсы доходят уже до эффектора. Подобные рефлексы относят к функционированию метасимпатической нервной системы, через них, например, осуществляются механизмы регулирования тонуса сосудов и деятельности желез кожи.

Функцию восприятия раздражения и превращения его в энергию возбуждения выполняют рецепторы рефлекторных дуг. Ре-цепторная энергия возбуждения носит характер локального ответа, что имеет значение в градации возбуждения по силе.

Исходя из строения и происхождения рецепторов, их можно разделить на первично-чувствующие, вторично-чувствующие и свободные нервные окончания. У первых в качестве рецептора действует сам нейрон (развивается из нейроэпителия), т. е. между раздражителем и первым афферентным нейроном нет структур-посредников. Локальный ответ первично-чувствующих рецепторов – рецепторный потен-

циал – является и генераторным потенциалом, т. е. вызывающим возникновение потенциала действия на мембране афферентного волокна. К первично-чувствующим рецепторам относят зрительные, обонятельные, хемо- и барорецепторы сердечно-сосудистой системы.

Вторично-чувствующие клетки представляют собой специальные структуры ненервного происхождения, которые с помощью синаптических нейрорецепторных контактов взаимодействуют с дендритами псевдоуниполярных чувствительных клеток. Рецепторный потенциал, возникающий под действием раздражителя, во вторично-чувствующих клетках не является генераторным и не вызывает возникновения потенциала действия на мембране афферентного волокна. Возбуждающий постсинаптический потенциал возникает лишь через механизм выделения рецепторной клеткой медиатора. Градация силы раздражителя осуществляется посредством экскреции различных количеств медиатора (чем больше выделяется медиатора, тем сильнее раздражитель).

Ко вторично-чувствующим клеткам относят слуховые, вестибулярные, каротидные, тактильные и другие рецепторы. Иногда в связи с особенностями функционирования к этой группе относят фоторецепторы, которые с анатомической точки зрения и в связи с происхождением из нейроэпителия являются вторично-чувствующими.

Свободные нервные окончания представляют собой ветвления дендритов псевдоуниполярных чувствительных кле-

ток и локализируются почти во всех тканях человеческого тела.

По энергетической природе раздражителя, на который реагирует рецептор, они делятся на механорецепторы (тактильные, барорецепторы, волюморекцепторы, слуховые, вестибулярные; они, как правило, воспринимают механическое раздражение при помощи выростов клетки), хеморецепторы (обонятельные), хемо-рецепторы сосудов, центральной нервной системы, фоторецепторы (воспринимают раздражение через палочко- и колбочковидные выросты клетки), терморекцепторы (реагируют на изменение «тепло-холод» – тельца Руфини и колбы Краузе слизистых оболочек) и ноцицепторы (неинкапсулированные болевые окончания).

Пострецепторным образованием рефлекторных дуг является афферентный путь, образованный псевдоуниполярным чувствительным нейроном, тело которого лежит в спинальном ганглии, а аксоны образуют задние корешки спинного мозга. Функция афферентного пути – проведение информации к центральному звену, более того, на данном этапе происходит кодирование информации. Для этих целей в организме позвоночных применяется двоичный код, составленный из пачек (залпов) импульсов и промежутков между ними. Существует два основных вида кодирования: частотное и пространственное.

Первое заключается в формировании различного числа импульсов в пачке, разного количества пачек, их длительно-

сти и длительности перерывов между ними в зависимости от силы нанесенного на рецептор раздражения. Пространственное кодирование осуществляет градацию силы раздражителя, задействуя различное количество нервных волокон, по которым одновременно проводится возбуждение.

В состав афферентного пути входят преимущественно А- α , А- β и А- δ волокна.

Пройдя по волокнам, нервный импульс попадает в рефлекторный центр, который в анатомическом смысле представляет собой совокупность нейронов, расположенных на определенном уровне центральной нервной системы и принимающих участие в формировании данного рефлекса. Функция рефлекторного центра состоит в анализе и синтезе информации, а также в переключении информации с афферентного на эфферентный путь.

В зависимости от отдела нервной системы (соматического и автономного) рефлексы, центр которых расположен в спинном мозге, различаются по локализации вставочных нейронов. Так, для соматической нервной системы рефлекторный центр расположен в промежуточной зоне между передними и задними рогами спинного мозга. Рефлекторный центр вегетативной нервной системы (тела вставочных нейронов) лежит в задних рогах. Соматический и вегетативный отделы нервной системы также отличаются по локализации эфферентных нейронов. Тела моторных нейронов соматической нервной системы лежат в передних рогах спинного моз-

га, тела преганглионарных нейронов автономной системы – на уровне средних рогов.

Аксоны обоих типов клеток формируют эфферентный путь рефлекторной дуги. В соматической нервной системе он непрерывающийся, его составляют волокна типа А- α . Исключением являются лишь А- γ волокна, проводящие возбуждение от клеток спинного мозга к интрафузальным волокнам мышечных веретен. Эфферентный путь автономной нервной системы прерывается в вегетативном ганглии, расположенном или интрамурально (парасимпатическая часть), или близ спинного мозга (отдельно или в симпатическом стволе – симпатическая часть). Преганглио-нарное волокно относится к В-волокнам, постганглионарное – к группе С.

Рабочим органом для соматического отдела нервной системы является поперечно-полосатая скелетная мышца, в вегетативной дуге эффектор – железа либо мышца (гладкая или поперечно-полосатая сердечная). Между эфферентным путем и рабочим органом расположен химический мионевральный либо нейросекреторный синапс.

Рефлекторная дуга замыкается в кольцо благодаря обратной афферентации – потоку импульсов от рецепторов эффектора обратно в рефлекторный центр. Функция обратной связи – сигнализация в центральную нервную систему о выполненном действии. Если оно выполнено недостаточно, нервный центр возбуждается – рефлекс продолжается. Также за счет обратной афферентации осуществляется кон-

троль периферической деятельности центральной нервной системой.

Различают отрицательную и положительную обратные связи. Первая при выполнении определенной функции запускает механизм, угнетающий эту функцию. Положительная обратная связь заключается в дальнейшей стимуляции функции, которая уже выполняется или в угнетении функции, которая уже угнетена. Положительная обратная афферентация встречается редко, так как приводит биологическую систему в неустойчивое положение.

Простые (моносинаптические) рефлекторные дуги состоят лишь из двух нейронов (афферентного и эфферентного) и различаются только в проприоцептивных рефлексах. Остальные дуги включают все выше указанные компоненты.

ЦНС

Центральная нервная система, включающая головной и спинной мозг, обеспечивает самые сложные взаимоотношения организма с окружающей средой, управляя деятельностью всех тканей, органов и систем, отвечая за приспособление и формируя целенаправленное, сознательное поведение человека. Согласно нейронной теории, центральная нервная система представляет собой совокупность нервных клеток, связанных между собой синаптическими соединениями. Нервные клетки, сочетаясь в структурах головного и

спинного мозга, образуют скопления – нервные центры, специализированные на выполнение определенной функции и отвечающие за то или иное действие или состояние. Среди таких образований можно назвать центры чувствительные, двигательные, вегетативные, центры психических функций и другие. В пределах центральной нервной системы они располагаются произвольно и имеют определенную четкую локализацию (например, дыхательный и сосудодвигательный центр в продолговатом мозге). В ЦНС проходит большое количество волокон, соединяющих разные части мозга.

Различают нервные центры двух типов. Центры ядерного типа – это объединение нервных клеток со сходной морфологией и функционированием, соединенных синапсами. Такие центры встречаются в спинном мозге, стволе головного мозга и белом веществе конечного мозга. Для экранного типа характерно распределение нейронов по слоям. На них проецируются нервные импульсы. Центры экранного типа обнаруживаются в коре головного мозга, мозжечка, буграх четверохолмия промежуточного мозга, в сетчатке.

Вход информации в нервный центр осуществляется по афферентным волокнам. Далее происходит ее обработка возбуждающими или тормозными звеньями центра, а затем выход по эфферентным нейронам.

Как в головном, так и в спинном мозге различают серое и белое вещество. Серое вещество содержит тела нейронов и ближайшие ветвления дендритов и аксонов; белое включа-

ет волокна, покрытые миелином. В головном мозге в составе белого вещества имеются различной величины и формы островки, состоящие из серого вещества, – базальные ядра. Волокна центральной нервной системы образуют проводящие пути, связывающие отделы центральной части, а также нервные центры.

Спинной мозг

Спинной мозг – наиболее древняя часть центральной нервной системы, образующаяся из туловищного отдела нервной трубки. В продолжение его формирования в нем различают три слоя. Внутренний – эпендимный, образованный нейробластами, из которых формируются нервные клетки, и глиобластами, дающими начало астро- и олигодендроцитам макроглии. Средний – плащевой, или мантийный, слой, который образует серое вещество. Наружный слой – краевая вуаль – это отростки нейронов, далее оформляющиеся в белое вещество.

Внешнее строение

Внешне спинной мозг выглядит как длинный тяж цилиндрической формы, чуть сплюснутый в передне-заднем направлении и разделенный на сегменты, соответствующие одной паре спинномозговых нервов. Являясь самым филогене-

тически старым образованием центральной нервной системы, он в большой степени сохранил метамерность организации. Спинной мозг располагается в позвоночном канале, образованном дугами позвонков; его корешки попарно образуют справа и слева спинномозговые нервы, которые выходят через межпозвонковые отверстия. Верхняя граница спинного мозга проецируется на край большого затылочного отверстия, где он переходит в головной. В каудальном направлении спинной мозг продолжается до I–II поясничного позвонка, оканчиваясь мозговым конусом, а далее переходит в терминальную нить, которая в начале еще содержит нервную ткань, а потом полностью замещается на соединительную ткань оболочек. Наружная часть терминальной нити, длина которой у взрослого человека до 8 см, заканчивается на уровне II копчикового позвонка, где срастается с его надкостницей. Внутренняя часть терминальной нити, содержащая нервную ткань, составляет по длине примерно 15 см и продолжается до уровня тела II крестцового позвонка.

Общая длина спинного мозга от 41–42 см у женщин и до 45 см у мужчин. По массе он составляет 34–38 г, около 2 % от веса головного мозга.

На своем протяжении спинной мозг образует два утолщения – шейное и пояснично-крестцовое. Их существование обусловлено тем, что от этих частей спинного мозга иннервируются верхние и нижние конечности, имеющие большое функциональное напряжение. В утолщениях обнаруживает-

ся большее, чем в других частях спинного мозга, количество нейронов и волокон.

На поверхности спинного мозга видно несколько борозд. На передней поверхности хорошо заметна глубокая передняя срединная щель. Сзади имеется задняя срединная борозда, которая вместе с первым образованием условно разделяет спинной мозг на две одинаковых части – правую и левую. Вглубь от нее до серого вещества проникает глиальная задняя срединная перегородка. По бокам от передней срединной щели проходит парная переднелатеральная борозда, из которой выходят передние корешки спинномозговых нервов (двигательные). Также по этой борозде проходит граница боковых и передних канатиков белого вещества. Двигательные корешки содержат аксоны мотонейронов нейроцитов переднего рога серого вещества. На дорсальной поверхности аналогично по отношению к задней срединной борозде располагаются две заднелатеральных борозды, являющиеся местом вхождения задних (чувствительных) корешков спинномозговых нервов и служащих границей между боковыми и задними канатиками. Задние корешки включают аксоны псевдоуниполярных нейронов, входящих в спинной мозг. Тела псевдоуниполярных клеток формируют спинномозговой узел, после которого происходит соединение передних и задних корешков спинномозговых нервов. В общей сложности от спинного мозга посегментно отходит 31 пара корешков. Таким образом, часть спинного мозга, от которой

отходит 4 корешка (2 задних, 2 передних) или 2 нерва, называется сегментом. У человека выделяют 31–33 сегмента: 8 из них – шейные (СI—СVIII), 12 грудных (ThI—ThXII), 5 поясничных (LI—LV), 5 крестцовых (SI—SV) и 1–3 копчиковых (CoI—CoIII).

Согласно метамерному строению спинного мозга, каждый сегмент отвечает за иннервацию определенного участка тела, находящегося с ним на определенном уровне.

Длина спинного мозга уступает длине позвоночного столба, поэтому расположение сегментов и соответствующих позвонков не совпадает. Верхние сегменты шейного отдела спинного мозга соответствуют нумерации позвонков. Нижние шейные и верхние сегменты грудного отдела уже не совпадают с номерами позвонков, располагаясь на один позвонок выше. В средней части грудного отдела это расхождение достигает двух, а в нижней части – трех. Поясничные сегменты смещены уже до уровня X–XI грудных позвонков. Крестцовые и копчиковые сегменты проецируются на тела XII грудного и I поясничного позвонков.

Внутреннее строение

На поперечном разрезе спинного мозга четко видна граница серого и белого вещества. Серое вещество расположено внутри и по форме напоминает букву «Н» (или расположено в виде бабочки). Белое находится снаружи от серого и

образует канатики.

В середине серого вещества находится отверстие – центральный канал, выстланный эпендимоцитами макроглии и заполненный цереброспинальной жидкостью. Его верхняя часть переходит в IV желудочек продолговатого мозга, а книзу образует расширение и слепо заканчивается, формируя концевой желудочек. Вокруг канала расположено студенистое (серое) вещество. В различных участках на своем протяжении, а иногда даже полностью, канал может зарастать.

Серое вещество с обеих сторон образует серые столбы, связанные на уровне центрального канала передней и задней спайками, образованными пластинками серого вещества. В столбах в зависимости от уровня спинного мозга различают еще два или три столба: передний, задний, – а на уровне VIII шейного, грудных, I и II поясничного выделяют боковые столбы. Столбы серого вещества на поперечном срезе представлены в виде рогов. Передний рог шире заднего.

Серое вещество содержит скопления нейронов, образующих ядра. В передних рогах крупные эфферентные нейроны лежат в составе пяти ядер: центрального, переднелатерального, заднелатерального, переднемедиального, заднемедиального. В задних рогах клетки по размеру мелкие. Также в их составе обнаруживаются отростки чувствительных псевдоуниполярных ганглиев. Серое вещество задних рогов имеет более сложную структуру, нежели в передних. Большая часть его нейронов участвует в формировании собственного

ядра. В составе белого вещества, соприкасающегося с верушкой рога, имеется участок, называемый пограничной зоной. В сером веществе возле этого участка выделяют губчатую зону, состоящую из крупнопетливой глиальной сети и отдельных нейронов. Еще ближе к центральному каналу находится студенистое вещество (желатинозная субстанция), включающее мелкие нейроны. Отростки клеток студенистого вещества и губчатой зоны, а также пучковых клеток, распределенных в составе серого вещества, обеспечивают функцию связи между рядом расположенными сегментами сверху и снизу. Отростки обычно заканчиваются в передних рогах сегментов, огибая серое вещество по периферии и, таким образом, формируя вставки белого вещества. Эти волокна называют передними, латеральными и задними пучками.

Мелкоклеточные ядра задних рогов состоят большей частью из ассоциативных нейронов. Различают центральное и грудное ядра, аксоны которых следуют так же, как и пучки, в составе белого вещества в головной мозг.

Боковой рог в его медиальной части занимает грудное ядро, окруженное каемкой белого вещества. Оно продолжается вдоль бокового столба под названием столб Кларка. Кроме грудного ядра, в боковых рогах имеется также латеральное промежуточное (серое) вещество, включающее центры симпатической нервной системы. Аксоны клеток, образующих центры, переходят в передний рог и покидают спинной мозг

в составе передних корешков вместе с аксонами и мотонейронами передних рогов. Между передними и задними рогами в промежуточной зоне располагается центральное промежуточное (серое) вещество. Отростки образующих его клеток входят в состав спинномозжечкового пути. В некоторых отделах спинного мозга (шейные и верхние грудные сегменты) в белом веществе имеется ретикулярная формация в виде перекладин из серого вещества, которое формируется из многоотростчатых нейронов.

Компоненты серого вещества, корешки нервов и близлежащее белое вещество образуют сегментарный аппарат спинного мозга (собственный аппарат), который выполняет важнейшую функцию спинного мозга – рефлекторную.

Белое вещество расположено на периферии от серого. Посредством борозд белое вещество разделяется на канатики. Между передней срединной щелью и переднелатеральной бороздой находится по обеим сторонам передний канатик. Канатики соединяются между собой посредством белой спайки, идущей от щели до серого вещества. Между переднелатеральной и заднелатеральной бороздами с каждой стороны лежит боковой канатик. Задний расположен между заднелатеральной бороздой и задней срединной бороздой.

Волокна, из которых состоит белое вещество, идут в определенных направлениях и образуют пучки (или тракты) – проводящие пути спинного мозга. Ассоциативные волокна образуют короткие тракты, соединяющие сегменты разных

уровней. Восходящие волокна, по функции чувствительные, идут в центры, расположенные в мозжечке и в конечном мозге. Нисходящие, являющиеся двигательными, напротив, идут из головного мозга в передние рога спинного.

Восходящие и нисходящие пучки обеспечивают двустороннюю связь между спинным и головным мозгом. Передние канатики содержат нисходящие пути, в боковых находятся и нисходящие, и восходящие пучки волокон. Только восходящие волокна находятся в задних канатиках.

Удобнее всего рассматривать проводящие пути по распределению их в канатиках. В переднем канатике содержится 6 путей.

1. Передний корково-спинномозговой путь (пирамидный) – по функции двигательный, включает в себя отростки гигантопирамидальных нейронов (клетки Беца), идущих из коры больших полушарий головного мозга. Расположение в спинном мозге – переднемедиальная часть передних канатиков, около передней срединной щели. Таким образом, пирамидный путь проводит возбуждение от коры в передние рога спинного мозга.

2. Ретикулярно-спинномозговой путь: также двигательный, по нему возбуждение следует от ретикулярной формации головного мозга в передние рога спинного. Расположен сбоку от корково-спинномозгового пути, в центре рога.

3. Передний спиноталамический путь: его функцией является проведение импульсов осязания и давления (тактиль-

ных). Лежит вентральнее ретикулярно-спинномозгового пути.

4. Покрышечно-спинномозговой путь: по отношению к предыдущему расположен ближе к центральному каналу. Идет от верхних (подкорковый центр зрения) и нижних (подкорковый центр слуха) холмиков четверохолмия крыши среднего мозга к ядрам передних рогов.

5. Задний продольный пучок: локализован в пространстве между пирамидным путем и серой спайкой. Связывает ствол головного мозга и верхние сегменты шейного отдела спинного. Осуществляет координацию деятельности мышц шеи и глазного яблока.

6. Преддверно-спинномозговой путь: связывает вестибулярные ядра преддверно-улиткового нерва в продолговатом отделе головного мозга с мотонейронами передних рогов спинного. Расположен около переднелатеральной борозды на периферии белого вещества.

В состав бокового канатика входит 5 восходящих и нисходящих путей и, кроме того, отдельные пучки волокон, входящие в другие проводящие пути.

1. Задний спинно-мозжечковый путь (пучок Флексига) – путь проприоцептивной чувствительности, лежит около заднелатеральной борозды. Спереди его ограничивает одноименный передний путь, медиально – волокна пирамидного пути.

2. Передний спинно-мозжечковый путь (пучок Говерса) –

путь проприоцептивной чувствительности. Соприкасается с переднелатеральной бороздой.

3. Латеральный спинно-таламический путь – путь болевой и температурной чувствительности, расположен в передней части бокового канатика, сбоку между передним и задним спинно-мозжечковыми путями, медиально от красноядерно-спинномозгового пути.

4. Латеральный корково-спинномозговой путь (пирамидный) – нисходящий двигательный путь. Осуществляет проведение возбуждения от коры больших полушарий в передние рога спинного мозга. Этот путь образован отростками клеток Беца, он расположен медиальнее заднего спинно-мозжечкового пути, спереди граничит с красноядерно-спинномозговым путем. В верхних отделах спинного мозга он лежит на относительно большой площади, книзу на поперечном срезе площадь значительно сокращается.

5. Красноядерно-спинномозговой путь обеспечивает проведение импульсов автоматического контроля за работой и тонусом скелетной мускулатуры в передние рога. Лежит впереди по отношению к пирамидному пути.

Волокна заднего канатика в верхних отделах спинного мозга разделяются на два пучка. Медиально лежит тонкий пучок (пучок Голля), почти соприкасаясь с задней продольной бороздой. Латерально расположен клиновидный пучок (пучок Бурдаха), прилежащий к заднему рогу. Отростки пучка Голля следуют от нижней части тела и нижних конеч-

ностей в продолговатый мозг. Его волокна обнаруживаются в составе 19 нижних задних корешков спинномозговых нервов. Волокна клиновидного пучка входят в 12 верхних сегментов. От них получают иннервацию верхняя часть туловища и верхние конечности. Эти пучки являются также путями проприоцептивной чувствительности.

Оболочки спинного мозга

На всем его протяжении спинной мозг окружают три оболочки: твердая (внешняя), паутинная (средняя) и мягкая мозговая оболочка (внутренняя). Они разделены межоболочечными пространствами; мягкая оболочка непосредственно прилежит к поверхности спинного мозга. В неврологии оболочки, лежащие под твердой, объединяют под названием мягких.

Твердая оболочка – сплошное образование с плотными соединительно-тканными стенками. Содержит спинной мозг, корешки спинномозговых нервов и остальные оболочки, находящиеся в пределах позвоночного канала. Между надкостницей канала и твердой мозговой оболочкой определяется эпидуральное пространство, которое содержит внутреннее позвоночное венозное сплетение и слой жировой клетчатки. Оболочка имеет прочный фиксирующий аппарат, не позволяющий ей спадаться. Вверху она переходит в одноименную оболочку головного мозга, прикрепляясь к краям большого затылочного отверстия. В канале от твердой оболочки отходят отростки, которые фиксируются по кра-

ям межпозвоночных отверстий, переходя в периневральные оболочки. Внизу оболочка переходит в терминальную нить и оканчивается на уровне тела II крестцового позвонка. Кроме прикрепления к отверстиям позвоночного столба, твердая мозговая оболочка имеет фиброзные пучки, продолжающиеся от нее к продольной связке позвоночного столба.

Между твердой и паутинной оболочками имеется небольшое субдуральное пространство, сообщающееся с пространством оболочек головного мозга и срастающееся с расположенной ниже мягкой мозговой оболочкой в области межпозвоночных отверстий.

Мягкая, или сосудистая, оболочка – самая тонкая. Она содержит кровеносные сосуды и, сопровождая их на некотором протяжении, проникает в белое вещество. Мягкую и паутинную оболочки разделяет подпаутинное пространство. В этом пространстве находится спинномозговая жидкость, или ликвор, объемом 120–140 мл.

Ниже уровня тела II поясничного позвонка в спинномозговой жидкости расположен пучок корешков спинномозговых нервов, образующий «конский хвост». Здесь легче всего путем прокола взять спинномозговую жидкость, так как нет риска повреждения спинного мозга. От мягкой мозговой оболочки отходят соединительно-тканые образования в виде пучков и пластинок, позволяющие ей образовывать соединения со спинным мозгом и вышележащей оболочкой.

Кровоснабжение

Кровоснабжение спинной мозг получает из нескольких источников.

Непосредственно к спинному мозгу к передней срединной щели прилежит передняя спинномозговая артерия из системы позвоночных артерий. К заднелатеральной борозде примыкают две задних спинномозговых артерии. Эти артерии сопровождают спинной мозг на его протяжении, анастомозируя между собой и со спинными ветвями от задних межреберных, поясничных и латеральных крестцовых артерий.

Вены спинного мозга образуют внутреннее позвоночное венозное сплетение.

Головной мозг

Головной мозг – это высший координирующий центр, управляющий деятельностью всех органов и систем организма и отвечающий за формирование психических процессов.

Его масса составляет в среднем от 1200 до 2000 г; масса мозга у мужчин выше, чем у женщин, примерно на 100–150 г. Наиболее интенсивный рост мозга происходит до 20 лет, и до 60 его масса и объем остаются относительно стабильными. После 60 лет происходит возрастная инволюция.

В строении головного мозга выделяют ствол, мозжечок и два полушария (самые морфологически и функционально развитые части головного мозга). Между полушариями проходит продольная щель большого мозга, ограниченная краями полушарий и мозолистым телом. С мозжечком полуша-

рия разделяются поперечной щелью. В каждом полушарии рассматривают доли: лобную, теменную, височную, затылочную и островковую.

Конечный мозг

Конечный мозг включает два полушария. Полушария покрывает слой серого вещества – кора. Между собой их соединяет мозолистое тело и три спайки – передняя, задняя и спайка свода. В белом веществе полушарий имеются небольшие, различные по форме островки серого вещества, которые называют базальными ядрами.

В полушариях различают три поверхности (верхнелатеральная, медиальная, нижняя), три края (верхний, нижнелатеральный, нижнемедиальный) и три полюса (лобный, затылочный и височный). Наружные поверхности полушарий имеют своеобразную форму, обусловленную наличием на них извилин и проходящих между ними борозд.

На верхнелатеральной поверхности полушария лобную и височную долю разделяет глубокая латеральная, или Сильвиева борозда, закрывающая островковую долю. От теменной лобная доля отделена посредством центральной борозды, которая продолжается на небольшой части медиальной поверхности полушария и заканчивается, не достигая Сильвиевой борозды. Ближе к лобному полюсу вдоль центральной идет предцентральная борозда. Она отдает вперед верхнюю и нижнюю лобные борозды, определяющие наличие верхней, средней и нижней лобных извилин. Предцентраль-

ная и центральная борозды ограничивают предцентральную борозду. Нижнюю лобную борозду пререзает восходящая и передняя ветви латеральной борозды, разделяя ее на крышечную, треугольную и глазничную части. От центральной и до условной границы теменно-затылочной борозды, расположенной на медиальной поверхности полушарий и пересекающей верхний край, продолжается теменная доля. В пределах ее границ лежит постцентральная извилина, отделяя постцентральную извилину. На медиальной поверхности пред- и постцентральная борозда сливаются и образуют парацентральную дольку. От постцентральной извилины по направлению к затылочной доле идет внутритеменная борозда, разделяющая верхнюю и нижнюю теменные доли.

Затылочная доля располагается от продолжения теменно-затылочной борозды до затылочного полюса. В ее пределах хорошо выражена поперечная затылочная борозда.

Височную долю горизонтально пересекают две параллельные борозды – верхняя и нижняя височные, отделяющие верхнюю, среднюю и нижнюю височные извилины.

Островковая доля скрыта в глубине латеральной борозды. Она также имеет несколько мелких извилин и борозд, самая глубокая из которых – круговая борозда.

На медиальной поверхности полушария непосредственно над мозолистым телом проходит борозда мозолистого тела, которая внизу продолжается в борозду гиппокампа. Параллельно ей выше лежит поясная борозда, которая следует

до верхнего края полушария и отделяет поясную извилину. Кзади от мозолистого тела на поясной борозде имеется перешеек, который продолжается в парагиппокампальную извилину. Эти три образования объединяют в сводчатую извилину. Задняя часть медиальной поверхности содержит теменно-затылочную и шпорную борозду, ближе к затылочному полюсу. Пространство треугольной формы между этими бороздами называют клином.

На нижней поверхности полушария борозды выражены хуже. В пределах лобной доли находится несколько глазничных извилин и борозд. Ближе к затылочному полюсу определяется коллатеральная и затылочно-височные борозды.

Кора конечного мозга, покрывающая полушария, – важный функциональный элемент головного мозга. Ее толщина в разных отделах достигает от 1,5 до 4,5 мм. Морфология и расположение нейронов в разных частях коры различается. Специфику распределения клеток в коре больших полушарий В. А. Бец определил термином «цитоархитектоника». Термин «миелоархитектоника» обозначает неоднородность расположения волокон. Новая кора послойно делится; всего в ней различают шесть слоев. Старая и древняя кора может содержать только два или три слоя. В новой коре различают по ходу снаружи внутрь молекулярный, наружный зернистый, наружный пирамидный, внутренний зернистый, внутренний пирамидный и зернистый слой. Изучая особенности распределения волокон и нейронов в коре, К. Бродман

обосновал концепцию о цитоархитектонических полях. Он предложил наличие 52 полей, отвечающих за определенные функции. Например, двигательная область коры определяется в четвертом и шестом полях, ядро зрительного анализатора – в 17, 18 и 19 полях Бродмана.

Функциональная нагрузка ложится не исключительно на кору большого мозга. Важную роль играют также базальные ядра, расположенные в толще белого вещества. На поперечном разрезе полушарий впереди таламуса расположено образование из полов белого и серого вещества. Самое медиальное ядро – хвостатое, оно расположено в виде запятой и имеет головку и хвост. На поперечном срезе оно имеет округлую или овоидную форму. Сбоку от таламуса расположено V-образный слой белого вещества. Это внутренняя капсула, в которой различают три отдела: переднюю, заднюю ножку (бедро) и колено внутренней капсулы. Через нее проходит большинство проводящих путей. Сбоку от передней ножки капсулы находится чечевицеобразное ядро. Через него почти параллельно проходят две полосы, состоящие из белого вещества. Ближе к срединной линии лежат медиальная и латеральная полосы, разделенные слоем белого вещества. Это образование называют бледным шаром. Сбоку от второй полосы белого вещества расположена скорлупа. Еще латеральнее от скорлупы расположена так называемая ограда, отграниченная от скорлупы наружной капсулой. Полоску белого вещества между скорлупой и корой принято называть

самой наружной капсулой. В височной доле полушария находится еще одно ядро – миндалевидное тело, плохо различимое на препарате, где четко различаются остальные ядра.

Правое и левое полушария соединяются в основном при помощи мозолистого тела. В мозолистом теле различают спереди назад терминальную пластинку, клюв, колено, его утолщение – валик. Волокна, которые идут от мозолистого тела к полушариям, формируют лучистость мозолистого тела. Снизу от мозолистого тела находится свод из двух тяжей, которые соединяются спайкой. Тело свода сзади продолжается в парные ножки, которые дугообразно изгибаются и заканчиваются бахромкой гиппокампа, идущей до крючка. Кпереди свод продолжается в прозрачную перегородку.

Боковой желудочек

Полушария большого мозга содержат полость – парный боковой желудочек, правый и левый. Его центральная часть расположена в пределах теменной доли, передний рог выступает в лобную, задний продолжается в затылочной, а височный рог лежит в височной доле. Центральная часть имеет три стенки; снизу ее ограничивает хвостатое ядро и часть таламусов, медиально – тело свода. Передний рог в толще лобной доли проходит немного в латеральную сторону. С медиальной стороны его ограничивает прозрачная перегородка, с нижнелатеральной – хвостатое ядро. Нижний, или височный, рог находится в белом веществе и с медиальной стороны ограничен гиппокампом. Центральный и нижний

рог содержат сосудистые сплетения, которые продуцируют ликвор. Внизу боковой желудочек переходит через межжелудочковое отверстие в полость III желудочка.

Промежуточный мозг

Промежуточный мозг – функционально очень значимая структура головного мозга. Он содержит большое количество ядер, являющихся важнейшими вегетативными центрами, ретикулярную формацию, нейросекреторные элементы; в его составе имеются две эндокринные железы, гипофиз и эпифиз. Сзади промежуточный мозг ограничен задним продырявленным веществом и зрительными трактами, а спереди – зрительным перекрестом.

В промежуточном мозге по строению различают таламическую область, гипоталамус и III желудочек. В таламической области находятся таламус, структуры метаталамуса и эпиталамуса.

Таламус (зрительный бугор) ограничивает с латеральной стороны III желудочек, располагаясь сбоку от него; сверху над ним лежит центральная часть бокового желудочка. Сам он медиально соприкасается с внутренней капсулой. Таламус имеет вытянутую форму. Передний конец таламуса называется передним бугорком, а задний утолщается и образует подушку. Между собой таламусы соединяются межталамической спайкой. Таламус образован серым веществом, в составе которого расположено до 40 таламических ядер.

Метаталамус включает латеральные и медиальные коллен-

чатые тела (соответственно подкорковые центры зрения и слуха). Они расположены сзади от подушки таламусов и имеют соединение со средним мозгом с помощью ручек верхнего и нижнего холмиков.

Эпиталамус, или надталамическая область, начинается от задних концов таламусов треугольниками поводков, которые продолжают в поводки, образующие спайку. На спайке подвешен эпифиз, или шишковидное тело.

Гипоталамическая область включает зрительный перекрест, зрительные тракты, серый бугор и сосцевидные тела и формирует нижнюю часть промежуточного мозга.

Зрительный перекрест, образованный частичным переходом на противоположную сторону волокон II пары черепных нервов, кзади продолжается в зрительные тракты, достигающие латерального коленчатого тела и верхнего холмика четверохолмия – подкорковых зрительных центров.

Тракты ограничивают спереди серый бугор, за которым находятся округлые сосцевидные тела. Бугор содержит серобугорные ядра и образует воронку, к которой присоединен гипофиз. Сосцевидные тела, покрытые снаружи белым веществом, также имеют ядра.

Все ядра гипоталамуса по расположению разделяют на передние, промежуточные и задние. Всего их существует более 30, многие из них вырабатывают нейросекрет. К передним ядрам относят супраоптическое и паравентрикулярное, к задним – ядра сосцевидного тела и заднее гипоталамиче-

ское. Среди промежуточных выделяют ниже- и верхнемедиальное гипоталамические ядра, ядро воронки, серобугорные ядра.

Структуры гипоталамуса и гипофиза между собой тесно связаны функционально и анатомически. Их влиянию подчиняется деятельность большинства желез внутренней секреции. На этом основании их объединяют в гипоталамо-гипофизарную систему.

Третий желудочек

Третий желудочек расположен в промежуточном мозге и имеет шесть стенок. С боковых сторон его ограничивают таламусы, снизу – гипоталамус, спереди – терминальная пластинка и передняя спайка. Спереди и сзади в желудочке расположено межжелудочковое отверстие, которое сообщает третий желудочек с четвертым и боковым. Сверху в стенке желудочка находится сосудистое сплетение, переходящее в аналогичное образование бокового желудочка.

Средний мозг

Средний мозг – наиболее просто устроенный отдел головного мозга. Он состоит из крыши и ножек и содержит полость – водопровод мозга, соединяющий III и IV желудочки. Крыша представляет собой четыре округлых возвышения (верхние и нижние холмики), которые разделены между собой поперечной и продольной бороздами. От них отходят ручки верхнего и нижнего холмиков, соединяющие их с латеральными и медиальными коленчатыми телами. Нож-

ки мозга – это валики из белого вещества, расходящиеся от среднего мозга к большим полушариям. Между ними расположена пластинка серого вещества, которую называют задним продырявленным веществом.

На поперечном срезе в толще белого вещества заметны ядра. Черное вещество среднего мозга разделяет его на покрышку и основание ножки мозга. В центральной части находится водопровод мозга, окруженный центральным серым веществом, в белом веществе находятся ядра III, IV, V пар черепных нервов, ядро ретикулярной формации (промежуточное ядро) и красное ядро.

Задний мозг

Задний мозг состоит из двух отделов: моста и мозжечка. Такое объединение проводят на основании их общего происхождения из ромбовидного мозгового пузыря.

Мост

Варолиев мост расположен спереди от мозжечка и является частью дна ромбовидной ямки. В латеральном направлении мост продолжается в средние мозжечковые ножки. Мост является продолжением продолговатого мозга, а спереди переходит в средний. По передней поверхности моста проходит базилярная борозда – след от одноименной артерии.

На поперечном срезе примерно посередине заметен пучок волокон, называемый трапециевидным телом; в этой же области находятся ядра трапециевидного тела. Оно разделяет мост на покрышку и базилярную часть. В составе моста на-

ходятся продольные и поперечные волокна, а также ядра V, VI, VII и VIII пар черепных нервов.

Мозжечок

Мозжечок, или, как его еще называют, малый мозг, лежит дор-сально по отношению к стволу, в задней черепной ямке. Над мозжечком расположены полушария конечного мозга. От полушарий он отделен поперечной щелью большого мозга.

Мозжечок имеет две поверхности – верхнюю и нижнюю; их отграничивает горизонтальная щель, проходящая вдоль его заднего края от одной до другой средней мозжечковой ножки. Нижняя поверхность имеет впадину, называемую долинкой мозжечка; с ней соприкасается продолговатый мозг.

В мозжечке выделяют три части: парные полушария и соединяющее их образование – червь. Поверхность мозжечка покрыта серым веществом – корой. Кора полушарий и червь пересечены параллельными щелями мозжечка, разделяющими его листки, или извилины. Местами имеются более глубокие борозды, ограничивающие дольки мозжечка, симметричные на обоих полушариях. Среди всех долек выделяют клочок – самую филогенетически старую дольку, соприкасающуюся со средней мозжечковой ножкой; клочок имеет ножку, посредством которой сообщается с червем.

С другими отделами головного мозга мозжечок соединяют три пары ножек. Нижние идут к продолговатому мозгу, средние – к мосту, верхние переходят в средний мозг. В со-

ставе ножек в мозжечок следуют волокна восходящих и нисходящих проводящих путей.

Полушария и червь снаружи покрыты серым веществом, а внутри содержат белое. В толще листков полушарий проходят тонкие полоски белого вещества. Поперечный разрез мозжечка, разделенного бороздами, имеет форму дерева, поэтому его называют «древо жизни».

На поперечном срезе мозжечка на уровне горизонтальной щели в толще белого вещества заметны островки серого ядра. Самое крупное из них называется зубчатым. Оно расположено вентромедиально, воротами обращено в вентральную сторону и имеет характерный гофрированный вид. В ворота входят волокна от верхней мозжечковой ножки. Медиально от зубчатого расположены также парные пробковидное и шаровидное ядра. Самое медиально расположенное – ядро шатра.

Серое вещество мозжечка содержит ядра V, VI, VII, VIII пар черепных нервов, ядро ретикулярной формации и собственные ядра моста.

Дорсально через мозжечок проходят восходящие, а вентрально – нисходящие пирамидные и экстрапирамидные проводящие пути. В мозжечке содержатся центры координации движений и поддержания равновесия.

Продолговатый мозг

Продолговатый мозг – отдел головного мозга, по строению наиболее сходный со спинным и являющийся его непо-

средственным продолжением. Имеет форму усеченного конуса длиной примерно 25 мм. Сверху он граничит с задним мозгом. Край продолговатого мозга с вентральной стороны совпадает с нижним краем Варолие-ва моста, дорсально проецируется на середину дна IV желудочка.

На продолговатом мозге выделяют 4 поверхности: вентральную, дорсальную и 2 боковых. На поверхностях продолговатого мозга видны борозды – продолжение борозд спинного мозга.

На вентральной поверхности, сбоку от передней срединной щели лежит парное образование – пирамиды, имеющие вид валиков. Внизу волокна, формирующие пирамиды, образуют перекрест и переходят в состав боковых канатиков белого вещества спинного мозга. Этот так называемый перекрест пирамид обозначает границу между продолговатым и спинным мозгом, которая проецируется на края большого затылочного отверстия.

Латеральнее пирамиды продолговатый мозг пересекает перед-нелатеральная борозда, отделяющая пирамиды от олив – овальных возвышений на поверхности продолговатого мозга. Из перед-нелатеральной борозды выходят корешки XII пары черепных нервов. Сзади оливы лежит заднелатеральная (позадиоливиная борозда); здесь головной мозг покидают корешки IX, X и XI пар черепных нервов.

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.