

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Северский биофизический научный центр»
Федерального медико-биологического агентства

Мильто И.В., Геренг Е.А.,
Иванова В.В., Суходоло И.В.

МОРФОЛОГИЯ СПИННОГО И ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

Учебное пособие

Томск
Издательство СибГМУ
2020

УДК 611.82:611.81](075.8)
ББК 28.706.991.75/.77я73
М 806

Мильто И.В., Геренг Е.А., Иванова В.В., Суходоло И.В.
М 806 **Морфология спинного и головного мозга человека:**
учебное пособие. – Томск: Изд-во СибГМУ, 2020. – 222 с.

В учебном пособии представлены традиционные и современные сведения о макро- и микроскопическом строении спинного и головного мозга человека. Информация учебного пособия структурирована в соответствии с рабочей программой дисциплины «Морфология: анатомия человека, гистология, цитология», утверждённой в СибГМУ. Учебное пособие проиллюстрировано оригинальными фотографиями и авторскими рисунками, которые способствуют усвоению материала. Каждая глава завершается перечнем контрольных вопросов и тестовых заданий, что позволяет осуществлять самоконтроль усвоения изученного материала.

Учебное пособие предназначено для студентов медико-биологического факультета, обучающихся по специальностям 300501 «Медицинская биохимия», 300502 «Медицинская биофизика», 300503 «Медицинская кибернетика», 310501 «Лечебное дело» и 370501 «Клиническая психология».

Рецензенты:

Н.Н. Медведева – д-р мед. наук, зав. кафедрой анатомии и гистологии человека ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России (г. Красноярск).

М.В. Завьялова – д-р мед. наук, зав. кафедрой патологической анатомии ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России (г. Томск).

Утверждено и рекомендовано к печати учебно-методической комиссией медико-биологического факультета (протокол № 4 от 25 сентября 2019 г.)

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
РАЗВИТИЕ СПИННОГО И ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА.....	7
СПИННОЙ МОЗГ ЧЕЛОВЕКА.....	15
ГОЛОВНОЙ МОЗГ ЧЕЛОВЕКА	41
Продолговатый мозг	41
Мост.....	57
Мозжечок (малый мозг)	67
Четвёртый желудочек мозга	82
Средний мозг	92
Промежуточный мозг.....	106
Третий желудочек мозга.....	118
Конечный мозг (большой мозг)	123
Первый и второй желудочки мозга	164
ОБОЛОЧКИ СПИННОГО И ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА.....	173
КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ И ВЕНОЗНЫЙ ОТТОК ГОЛОВНОГО И СПИННОГО МОЗГА.....	187
СПИННО-МОЗГОВАЯ ЖИДКОСТЬ	203
Приложение 1. Отделы коры конечного мозга по К. Бродману	210
Приложение 2. Карта полей К. Бродмана.....	220
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	221

ВВЕДЕНИЕ

Нервная система – это интегративная система организма, обеспечивающая генерацию и проведение нервных импульсов. Нервная система контролирует, регулирует и координирует деятельность всех органов и систем организма, обеспечивает его адаптацию к изменяющимся условиям внешней среды и участвует в поддержании гомеостаза за счёт контактного взаимодействия нейронов с клетками-мишенями.

Нервную систему анатомически разделяют на *центральный* и *периферический отделы*. К центральному отделу нервной системы относятся головной и спинной мозг, которые без выраженной границы переходят друг в друга. К периферическому отделу нервной системы относят нервы, нервные сплетения, нервные узлы и нервные окончания.

Доминирующей тканью нервной системы является нервная ткань, помимо которой в состав спинного и головного мозга входят различные виды собственно соединительных тканей.

Нервную систему функционально разделяют на *соматический* (анимальный) и *автономный* (вегетативный) *отделы*. Автономный отдел, в свою очередь, разделяют на симпатическую, парасимпатическую и метасимпатическую части.

Соматический отдел обеспечивает чувствительную и двигательную иннервацию тела, то есть органов и структур опорно-двигательной и покровной систем.

Автономный отдел обеспечивает чувствительную и двигательную иннервацию внутренних органов, кровеносных сосудов и частично тела.

Основным принципом функционирования нервной системы является рефлекторный. Рефлекс – это ответная реакция организма на сигналы (раздражители, стимулы, факторы) из внешней и внутренней среды, протекающая при обязательном участии нервной системы. Различают условные и безусловные рефлексы.

Безусловные (врождённые, наследуемые) рефлексы – это реакции организма на сигналы, обусловленные врождёнными рефлекторными дугами, то есть устойчивыми связями между различными

структурами нервной системы. Безусловные рефлексы обеспечивают низшую нервную деятельность.

Условные (приобретённые, ненаследуемые, адаптивные) рефлексы – это реакции организма на сигналы, обусловленные приобретёнными (временными или постоянными) рефлекторными дугами. Условные рефлексы формируются на основе безусловных рефлексов при обязательном участии коры полушарий конечного мозга. Условные рефлексы обеспечивают высшую нервную деятельность (психическую деятельность) и лежат в основе адаптивного (индивидуального и социального) поведения.

Морфологической основой рефлекса является рефлекторная дуга.

Рефлекторная дуга – это система нейронов, обеспечивающая рефлекс. Рефлекторная дуга состоит из взаимодействующих определённым образом нейронов, которые обеспечивают: восприятие сигнала, трансформацию раздражения в нервный импульс, проведение нервного импульса в нервный центр, обработку (анализ и синтез) нескольких нервных импульсов в нервном центре, проведение нервного импульса от нервного центра и реализацию ответной реакции.

В рефлекторной дуге различают афферентную, промежуточную и эфферентную части. Афферентная часть рефлекторной дуги представлена афферентным (чувствительным) нейроном, промежуточная – одним или несколькими промежуточными (вставочными, ассоциативными) нейронами, эфферентная часть – одним (соматический отдел нервной системы) или двумя (автономный отдел нервной системы) эфферентными (двигательными, моторными) нейронами.

Различают минимальные, простые и сложные рефлекторные дуги.

Минимальная (моносинаптическая) рефлекторная дуга состоит из афферентного и эфферентного нейронов, соединённых синапсом. В минимальной рефлекторной дуге промежуточная часть отсутствует.

Простая (бисинаптическая) рефлекторная дуга состоит из афферентного, вставочного и эфферентного нейронов, последовательно соединённых синапсами. Минимальные и простые рефлекторные дуги обеспечивают безусловные рефлексы.

Сложная (полисинаптическая) рефлекторная дуга состоит из афферентного, более одного вставочного и эфферентного нейронов, последовательно соединённых синапсами. Сложные рефлекторные дуги обеспечивают преимущественно условные рефлексы.

Рефлекторные дуги в нервной системе взаимодействуют друг с другом, формируя нейронные сети.

Различают соматические и вегетативные рефлекторные дуги.

Соматическая рефлекторная дуга может быть представлена минимальной, простой или сложной рефлекторными дугами. Она состоит из афферентного (соматосенсорного) нейрона, перикарион которого расположен вне спинного и головного мозга в чувствительном (спинномозговом или черепном) узле, одного или нескольких вставочных нейронов (могут отсутствовать), находящихся в спинном или головном мозге, и эфферентного нейрона, перикарион которого расположен в соматических эфферентных (соматомоторных) ядрах спинного мозга или в ядрах ствола головного мозга.

Вегетативная рефлекторная дуга может быть представлена простой или сложной рефлекторными дугами. Она состоит из афферентного (вегетосенсорного) нейрона, перикарион которого расположен вне спинного и головного мозга в спинномозговом или черепном узле, одного или нескольких вставочных нейронов (могут отсутствовать) находящихся в головном или спинном мозге, и двух эфферентных нейронов. Перикарион первого эфферентного нейрона находится в вегетативных эфферентных (вегетомоторных) ядрах спинного мозга или ствола головного мозга. Перикарион второго эфферентного нейрона располагается в вегетативных (симпатических или парасимпатических) узлах тела.

Функции нервной системы:

1. Интеграция и координация деятельности органов и систем органов.
2. Адаптационно-трофическая.
3. Когнитивная (ментальная, мыслительная).

Функции (1) и (2) являются проявлением низшей нервной деятельности, функция (3) – проявлением высшей нервной или психической деятельности.

РАЗВИТИЕ СПИННОГО И ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

Все структуры головного и спинного мозга формируются из клеток нейроэктодермы (дорсальной части зародышевой эктодермы, расположенной над хордой), которая на 16 сутки пренатального периода развития образует утолщение, получающее название нервная пластинка. Нервная пластинка располагается вдоль зародыша. Из нервной пластинки образуются все нейральные зачатки зародыша, процесс формирования которых получает название нейруляции.

Нейруляция у человека начинается на 18-21 сутки пренатального периода развития с инвагинации нервной пластинки. Нервная пластинка по мере погружения в подлежащую зародышевую мезенхиму образует нервный желобок, края которого ограничены парными структурами – нервными валиками. На 22 сутки пренатального периода развития нервные валики сближаются и контактируют друг с другом – начинается замыкание нервного желобка с формированием нервной трубки. Головной конец нервного желобка расширяется и начинает дифференцироваться, формируя закладки основных отделов будущего головного мозга. Замыкание нервного желобка начинается в шейном отделе зародыша и распространяется в краниальном и каудальном направлениях. По завершении этого процесса на переднем и заднем концах формирующейся нервной трубки остаются отверстия – нейропоры, сообщающие её полость с полостью амниона. Краниальный и каудальный нейропоры закрываются на 24 и 26 сутки пренатального периода развития, соответственно. После завершения нейруляции зародыш человека имеет три нейральных зачатка: нервная трубка, нервный гребень и нейральные плакоды.

Нервная трубка – это непарная полая структура, которая расположена вдоль тела зародыша между хордой и кожной эктодермой, служащая основным нейральным зачатком, из которого развиваются все нейроны и глиоциты центрального отдела нервной системы. Нервная трубка формирует нервную ткань спинного и головного мозга, ряд структур периферического отдела нервной системы (пе-

редние корешки спинномозговых нервов, эфферентные нервные волокна черепных нервов), а также сетчатую оболочку глаза.

Нервный гребень – это непарная структура зародыша позвоночных, которая располагается по средней линии вдоль тела зародыша, дорсально между крышей нервной трубки и кожной эктодермой. Нервный гребень является временной структурой, клетки которой утрачивают контакты друг с другом и мигрируют в латеральном и вентральном направлениях. Клетки нервного гребня формируют нервную ткань большинства структур периферического отдела нервной системы (нервная ткань спинномозговых, черепных и вегетативных узлов), а также хромаффинные клетки мозгового вещества надпочечников, кальцитониноциты щитовидной железы, меланоциты, клетки мозговых оболочек, скелетные и собственно соединительные ткани головы и шеи, а также собственно соединительные ткани сердца и аорты.

Нейральные плакоды – это участки нейроэктодермы, оставшиеся в составе кожной эктодермы в краниальной части зародыша. Нейральные плакоды принимают участие в формировании органов чувств (слуха и равновесия, вкуса, зрения): клетки нейральных плакод образуют эпителий перепончатого лабиринта, клетки вкусовых луковиц и эпителий хрусталика.

Непосредственно после отделения от кожной эктодермы нервная трубка представлена одним слоем столбчатых клеток, которые интенсивно пролиферируют и мигрируют от её просвета, что приводит к возникновению многослойности. На 3-4 неделях пренатального периода развития в нервной трубке выделяют три слоя:

1. Вентрикулярный (матричный, эпендимный) – это самый внутренний слой нервной трубки, который содержит нейрональные стволовые клетки. Некоторые потомки клеток этого слоя остаются в нём и дифференцируются в эпендимную глию, тогда как другие мигрируют наружу, образуя клетки среднего слоя.

2. Мантийный (плащевой) – это средний слой нервной трубки, который пополняется главным образом за счёт миграции клеток из вентрикулярного слоя. В этом слое клетки дифференцируются в нейробласты – клетки, дающие начало нейронам, и глиобласты (спонгиобласты) – клетки, дающие начало астроглии и олигодендроглии. Кроме того, клеточный пул этого слоя пополняется за счёт пролиферации нейробластов и глиобластов. Некоторые глиобласты дифференцируются в радиальные глиоциты, отростки которых про-

тягиваются через всю толщину стенки нервной трубки и служат направляющими элементами для миграции нейробластов. Позднее радиальные глиоциты дифференцируются в астроциты.

3. Краевой (краевая вуаль) – это самый наружный слой нервной трубки, образованный отростками клеток, расположенных в мантийном слое.

В ходе дальнейшего развития строение нервной трубки усложняется, что проявляется возникновением большого количества слоёв.

Из каудальной половины нервной трубки зародыша формируется закладка спинного мозга, которая имеет метамерное строение.

Из краниальной половины нервной трубки зародыша формируется закладка головного мозга, задняя часть которого также имеет метамерное строение. На 5-й неделе пренатального периода развития краниальная половина нервной трубки разделяется двумя первичными (основными) поперечными перетяжками (передней и задней) на три последовательно расположенных первичных мозговых пузыря: *передний (prosencephalon)*, *средний (mesencephalon)* и *ромбовидный (rhombencephalon)*. Первым появляется ромбовидный мозговой пузырь, далее формируется средний мозговой пузырь, самым последним возникает передний мозговой пузырь (рис. 1). Задняя первичная поперечная перетяжка выражена лучше, чем передняя, и получает название перешейка ромбовидного мозга.

На следующем этапе развития передний и задний мозговые пузыри разделяются двумя вторичными (дополнительными) поперечными перетяжками, в результате чего образуется пять вторичных мозговых пузырей: *конечный (telencephalon)*, *промежуточный (diencephalon)*, *средний (mesencephalon)*, *задний (metencephalon)* и *продолговатый (myelencephalon)*.

Краниальная половина нервной трубки образует ряд изгибов в срединной сагиттальной плоскости: теменной – на уровне среднего мозгового пузыря, мостовой – на уровне закладки заднего мозга, затылочный – на границе между продолговатым мозговым пузырём и закладкой спинного мозга.

Полость нервной трубки даёт начало естественным полостям головного и спинного мозга. Каудальная половина полости нервной трубки сохраняет трубчатое строение и образует центральный канал спинного мозга. Краниальная половина полости нервной трубки, вследствие неравномерного роста мозговых пузырей и утолщения

их стенок, приобретает форму различных по размеру полостей, из которых образуются желудочки мозга и водопровод мозга.

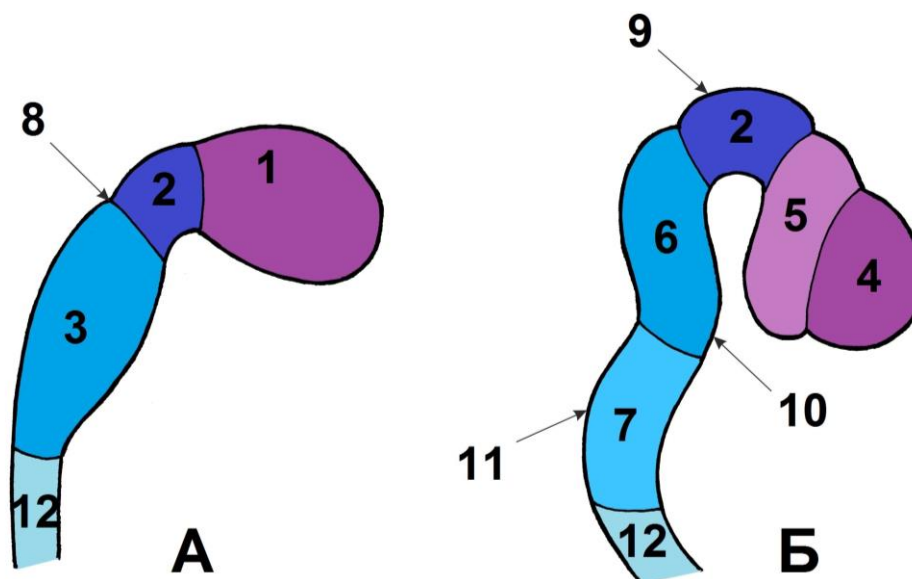


Рис. 1. Развитие головного мозга (рисунок Ивановой В.В., 2020)

А – стадия первичных мозговых пузырей;

Б – стадия вторичных мозговых пузырей.

1. Передний мозговой пузырь (prosencephalon)
2. Средний мозговой пузырь (mesencephalon)
3. Ромбовидный мозговой пузырь (rhombencephalon)
4. Конечный мозговой пузырь (telencephalon)
5. Промежуточный мозговой пузырь (diencephalon)
6. Задний мозговой пузырь (metencephalon)
7. Продолговатый мозговой пузырь (myelencephalon)
8. Перешеек ромбовидного мозга (isthmus rhombencephali)
9. Теменной изгиб
10. Мостовой изгиб
11. Затылочный изгиб
12. Закладка спинного мозга

Каждый вторичный мозговой пузырь даёт начало определённому отделу дефинитивного головного мозга.

Продолговатый мозговой пузырь развивается неравномерно: его вентральная стенка значительно утолщается, образуя закладку продолговатого мозга, тогда как его дорсальная стенка развивается слабо и формирует закладку нижнего мозгового паруса.

Задний мозговой пузырь в своей вентральной части утолщается и даёт начало закладке моста. Дорсальная часть заднего мозгового пузыря значительно утолщается и даёт начало закладке мозжечка. Самая передняя часть заднего мозгового пузыря – перешеек ромбовидного мозга – образует верхние (передние) ножки мозжечка и

верхний мозговой парус. Из боковых частей заднего мозгового пузыря развиваются средние ножки мозжечка.

Полости продолговатого и заднего мозговых пузырей образуют закладку четвёртого желудочка мозга, который сообщается с закладкой центрального канала, водопровода мозга и подпаутинным пространством.

Средний мозговой пузырь развивается относительно равномерно: из его вентральной части формируются ножки мозга, а из его дорсальной части – крыша среднего мозга. Полость среднего мозгового пузыря преобразуется в водопровод мозга, соединяющий полости промежуточного и заднего мозговых пузырей.

Промежуточный мозговой пузырь растет неравномерно. Наиболее значительно развиваются его боковые части, дающие начало закладкам зрительных бугров. Вентральная стенка утолщается незначительно и образует закладку подбугорной области. Из заднего отдела дорсальной части промежуточного мозгового пузыря развиваются структуры надталамической области, из переднего отдела дорсальной части – крыша третьего желудочка мозга. Полость промежуточного мозгового пузыря служит закладкой полости третьего желудочка мозга, который сообщается с полостями боковых желудочков мозга и водопроводом мозга.

На переднем полюсе конечного мозгового пузыря появляется продольная борозда, расположенная в срединной сагиттальной плоскости, углубление которой приводит к формированию закладок правого и левого полушарий конечного мозга и разделению непарной полости конечного мозгового пузыря на две симметричные полости, которые являются закладками боковых желудочков мозга. С 6 по 12 недели пренатального периода развития закладки полушарий конечного мозга интенсивно растут и наползают сверху на другие мозговые пузыри, вследствие чего конечный мозг называют плащом.

Процесс развития нервной системы включает не только увеличение числа клеток, но и их дифференцировку, обуславливающую последующую функциональную специализацию клеток.

В вентральной (нижней) части нервной трубки, получившей название дна нервной трубки (базальной пластинки), расположены клетки-предшественники двигательных нейронов, которые устанавливают контакт с клетками закладок скелетных мышц.

В дорсальной (спинной) части нервной трубки, получившей название крыши нервной трубки (крыльчатая пластинка), располагаются клетки-предшественники вставочных нейронов. Они устанавливают связь с клетками-предшественниками двигательных нейронов, расположенными в вентральной части нервной трубки, и с клетками-предшественниками чувствительных нейронов, расположенными вне нервной трубки (в закладках чувствительных узлов).

Клетки-предшественники чувствительных нейронов, расположенные вне нервной трубки (в закладках чувствительных узлов), происходят из нервного гребня и устанавливают связь с клетками-предшественниками вставочных и двигательных нейронов нервной трубки. Из клеток нервного гребня также развиваются клетки-предшественники нейронов вегетативных узлов, которые дифференцируются во вторые двигательные вегетативные (вегетомоторные) нейроны.

Контрольные вопросы

1. Перечислите отделы нервной системы.
2. Из какого зародышевого листка формируется нервная система?
3. Что такое нейруляция?
4. Какие нейральные зачатки Вам известны?
5. Какие органы нервной системы развиваются из нервной трубки?
6. Какие структуры развиваются из нервного гребня?
7. Какие структуры развиваются из нейральных плакод?
8. Назовите слои трёхслойной нервной трубки.
9. Какие отделы дефинитивного головного мозга развиваются из переднего мозгового пузыря?
10. Какие отделы дефинитивного головного мозга развиваются из ромбовидного мозгового пузыря?
11. Какой отдел дефинитивного головного мозга развивается из конечного мозгового пузыря?
12. Какой отдел дефинитивного головного мозга развивается из промежуточного мозгового пузыря?
13. Какой отдел дефинитивного головного мозга развивается из среднего мозгового пузыря?
14. Какой отдел дефинитивного головного мозга развивается из заднего мозгового пузыря?
15. Какой отдел дефинитивного головного мозга развивается из продолговатого мозгового пузыря?

Тестовые задания

Выберите один правильный ответ.

1. СТРУКТУРЫ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ РАЗВИВАЮТСЯ ИЗ

- a) энтодермы
- b) эктодермы
- c) мезодермы
- d) мезенхимы

2. ФОРМИРОВАНИЕ НЕЙРАЛЬНЫХ ЗАЧАТКОВ ЗАРОДЫША НАЗЫВАЕТСЯ

- a) дифференцировка
- b) рефлекс
- c) нотогенез
- d) нейруляция

3. САМЫМ ВНУТРЕННИМ СЛОЕМ НЕРВНОЙ ТРУБКИ ЯВЛЯЕТСЯ

- a) вентрикулярный
- b) мантийный
- c) плащевой
- d) краевой

4. РАДИАЛЬНЫЕ ГЛИОЦИТЫ НЕРВНОЙ ТРУБКИ ДИФФЕРЕНЦИРУЮТСЯ В

- a) эпендимоциты
- b) астроциты
- c) олигодендроглиоциты
- d) микроглиоциты

5. ВЫБЕРИТЕ ВАРИАНТ, В КОТОРОМ ПЕРЕЧИСЛЕННЫ ПЕРВИЧНЫЕ МОЗГОВЫЕ ПУЗЫРИ

- a) передний, средний и задний
- b) передний, средний и ромбовидный
- c) конечный, промежуточный, средний и ромбовидный
- d) передний, средний и продолговатый

6. СКОЛЬКО ВТОРИЧНЫХ МОЗГОВЫХ ПУЗЫРЕЙ РАЗВИВАЕТСЯ ИЗ КРАНИАЛЬНОЙ ПОЛОВИНЫ НЕРВНОЙ ТРУБКИ

- a) 3
- b) 4
- c) 5
- d) 6

7. КРАНИАЛЬНАЯ ПОЛОВИНА ПОЛОСТИ НЕРВНОЙ ТРУБКИ ДАЁТ НАЧАЛО

- a) верхнему мозговому парусу
- b) центральному каналу спинного мозга
- c) желудочкам мозга и водопроводу мозга
- d) подбугорной области

8. ЗАДНИЙ МОЗГОВОЙ ПУЗЫРЬ ДАЁТ НАЧАЛО

- a) мосту и мозжечку
- b) мосту, мозжечку и продолговатому мозгу
- c) конечному и промежуточному мозгу
- d) спинному мозгу

9. КЛЕТКИ-ПРЕДШЕСТВЕННИКИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ ЛОКАЛИЗУЮТСЯ В

- a) закладках чувствительных узлов
- b) вентральной части нервной трубки
- c) дорсальной части нервной трубки
- d) крыльной пластинке нервной трубки

10. КЛЕТКИ-ПРЕДШЕСТВЕННИКИ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ РАСПОЛОЖЕНЫ

- a) в вентральной части нервной трубки
- b) в дорсальной части нервной трубки
- c) в краевом слое нервной трубки
- d) за пределами нервной трубки

ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ:

1	b
2	d
3	a
4	b
5	b
6	c
7	c
8	a
9	b
10	d

СПИННОЙ МОЗГ ЧЕЛОВЕКА

Развитие спинного мозга

Из каудальной половины нервной трубки зародыша формируется закладка спинного мозга. Клетки-предшественники нейронов и глиоцитов группируются вокруг полости нервной трубки, формируя закладку центрально расположенного серого вещества. Отростки этих клеток-предшественников располагаются на периферии нервной трубки, образуя закладку белого вещества спинного мозга. Закладка спинного мозга имеет сегментарное строение, которое сохраняется и у дефинитивного спинного мозга. После завершения нейруляции нервная трубка подвергается поперечной сегментации с образованием невромеров (нейромеров) и приобретает чёткообразный вид. Невромер – это участок нервной трубки, который иннервирует определённый сегмент тела. Сегментация нервной трубки идёт в кранио-каудальном направлении и обусловлена локальным усилением пролиферации нейробластов и глиобластов. Чувствительная и двигательная иннервация сегмента тела обеспечивается парой спинномозговых нервов, отходящих от каждого невромера. Дефинитивный спинной мозг сохраняет трубчатое строение в результате относительно равномерного роста каудальной половины нервной трубки.

Центральный канал спинного мозга развивается из каудальной половины полости нервной трубки.

Макроскопическое строение спинного мозга

Внешнее макроскопическое строение спинного мозга

Спинной мозг (medulla spinalis) – это орган центрального отдела нервной системы, расположенный в позвоночном канале. Спинной мозг представляет собой тяж цилиндрической формы (длина 41–45 см и диаметр около 1 см), сплюснутый в передне-заднем направлении. Спинной мозг начинается на уровне большого отверстия затылочной кости или верхнего края первого шейного позвонка и заканчивается на уровне верхнего края 1–2 поясничного позвонка, зани-

мая 2/3 объёма позвоночного канала. Краниально спинной мозг продолжается в продолговатый мозг, каудально – суживается, образуя *мозговой конус (conus medullaris)*, от вершины которого начинается *концевая нить (filum terminale)*. Концевая нить имеет диаметр около 1 мм и срастается с надкостницей тела 1 копчикового позвонка. Верхняя часть концевой нити (до входа в крестцовый канал) образована нервной тканью, а нижняя часть концевой нити (после входа в крестцовый канал) – рыхлой соединительной тканью. Выше крестцового канала концевая нить не сращена с твёрдой мозговой оболочкой, а следует в её полости – внутренняя концевая нить (мягкооболочечная часть). Концевая нить, расположенная в крестцовом канале, срастается с твёрдой мозговой оболочкой и получает название наружной концевой нити (твёрдооболочечная часть).

В центре спинной мозг имеет полость (диаметр около 1 мм) – *центральный канал (canalis centralis)*, который тянется вдоль него. Краниально центральный канал сообщается с полостью четвёртого желудочка мозга, а каудально, в области мозгового конуса, расширяется и образует пятый (терминальный) желудочек мозга (диаметр до 1,5 мм).

Спинной мозг окружён мозговыми оболочками спинного мозга (см. далее – стр. 174). В течение первых трех месяцев пренатального периода развития закладки позвоночника и спинного мозга плода растут в длину равномерно, а закладка спинного мозга полностью занимает позвоночный канал. С 4-го месяца пренатального периода развития закладка спинного мозга начинает отставать в росте от закладки позвоночника. У новорожденного ребёнка вершина мозгового конуса находится на уровне 3-го поясничного позвонка, а у взрослого человека – на уровне 1-2-го поясничного позвонка. В результате этого корешки поясничных, крестцовых и копчикового спинномозговых (спинальных) нервов¹, прежде чем достигнут соответствующих межпозвоночных отверстий, принимают косое направление и следуют в позвоночном канале.

В шейном отделе спинного мозга взрослого человека корешки спинномозговых нервов следуют к межпозвоночным отверстиям горизонтально; в грудном отделе – косо вниз; в поясничном, крестцо-

¹ Спинномозговой нерв – структура периферического отдела нервной системы, состоящая из переднего и заднего корешков, ствола и ветвей (передние, задние, менингеальные и белые соединительные). У человека 31 пара спинномозговых нервов, которые симметрично отходят от правой и левой половин спинного мозга.

вом и копчиковом отделах – вертикально вниз, следуя в позвоночном канале вдоль концевой нити. Комплекс передних и задних корешков поясничных, крестцовых и копчикового спинномозговых нервов получил название *конского хвоста (cauda equine)*.

Спинной мозг человека имеет 2 утолщения: шейное (диаметр 1,3–1,5 см) и поясничное (диаметр 1,2–1,5 см). Шейное утолщение скелетотопически располагается на протяжении от 3–4-го шейного позвонка до 2-го грудного позвонка, достигая наибольшей ширины на уровне 5–6-го шейных позвонков. Поясничное утолщение скелетотопически располагается на протяжении от 9–10-го грудного позвонка до 1-го поясничного позвонка, достигая наибольшей ширины на уровне 12-го грудного позвонка. Утолщения располагаются в местах отхождения спинномозговых нервов, иннервирующих конечности. В этих отделах спинного мозга в сером веществе располагаются дополнительные центральные ядра.

Спереди вдоль спинного мозга следует глубокая *передняя срединная щель (fissura mediana anterior)*, в которую проникает мягкая мозговая оболочка, получившая название *передней срединной перегородки (septum medianum anterius)*. Сзади вдоль спинного мозга следует *задняя срединная борозда (sulcus medianus posterior)*. Передняя срединная щель и задняя срединная борозда лежат в срединной сагиттальной плоскости и разделяют спинной мозг на правую и левую половины. Каждая половина спинного мозга имеет по две борозды – *переднюю и заднюю боковые (sulcus anterolateralis et sulcus posterolateralis)* борозды. Вдоль передних боковых борозд из спинного мозга выходят передние (вентральные) корешки спинномозговых нервов, вдоль задних боковых борозд в спинной мозг входят задние (дорсальные) корешки спинномозговых нервов. Передние и задние корешки спинномозговых нервов объединяются, образуя ствол спинномозгового нерва, и следуют к межпозвоночным отверстиям, через которые спинномозговые нервы покидают позвоночный канал.

Каждый задний корешок спинномозговых нервов у места соединения с передним имеет утолщение – спинномозговой узел (*ganglion spinalis*). В спинномозговых узлах располагаются псевдоуниполярные нейроны и мантийные глиоциты². Спинномозговые узлы явля-

² Мантийные глиоциты – глиальные клетки чувствительных (черепных и спинномозговых) узлов, относящиеся к олигодендроглии.

ются чувствительными узлами, дендриты нейронов которых идут на периферию и образуют рецепторы в органах различных систем организма, а аксоны следуют в спинной мозг, формируя задние корешки спинномозговых нервов.

Между задней боковой бороздой и задней срединной щелью на уровне 12 верхних спинномозговых сегментов выделяют *заднюю промежуточную борозду (sulcus intermedius posterior)*, которая разделяет тонкий и клиновидный пучки заднего канатика спинного мозга (см. далее – стр. 30-31).

У плодов и новорождённых между передней боковой бороздой и передней срединной щелью в шейном отделе спинного мозга выделяют *переднюю промежуточную борозду (sulcus intermedius anterior)*, которая разделяет корково-спинномозговой путь и передний собственный пучок.

Спинной мозг имеет переднюю, две боковые и заднюю поверхности. Передняя поверхность спинного мозга располагается между передними боковыми бороздами, боковые поверхности спинного мозга располагаются между передними и задними боковыми бороздами, задняя поверхность спинного мозга располагается между задними боковыми бороздами.

Спинной мозг человека имеет 5 последовательно расположенных отделов: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и копчиковый.

Спинной мозг имеет метамерное строение и состоит из повторяющихся, расположенных последовательно фрагментов, которые получили название спинномозговых сегментов. Спинномозговой сегмент – участок спинного мозга, корешковые нити которого формируют одну пару (правый и левый) спинномозговых нервов. В спинном мозге различают 31 спинномозговой сегмент. Шейный отдел спинного мозга включает восемь верхних спинномозговых сегментов, которые обозначают С₁-С₈ (от лат. Cervicalis – шейный). Грудной отдел спинного мозга включает двенадцать спинномозговых сегментов, которые обозначают Th₁-Th₁₂ (от лат. Thoracicus – грудной). Поясничный отдел спинного мозга включает пять спинномозговых сегментов, которые обозначают L₁-L₅ (от лат. Lumbalis – поясничный). Крестцовый отдел спинного мозга включает пять спинномозговых сегментов, которые обозначают S₁-S₅ (от лат. Sacralis – крестцовый). Крестцовый отдел спинного мозга включает один (очень редко два или три) нижний спинномозговой сегмент, который обозначают Co₁ (от лат. Coccigeus – копчиковый).

Внутреннее макроскопическое строение спинного мозга

Спинномозговые сегменты различных отделов спинного мозга на горизонтальных (поперечных) срезах спинного мозга имеют разную форму: шейные спинномозговые сегменты имеют овальную форму, грудные спинномозговые сегменты имеют круглую форму, поясничные и крестцовые спинномозговые сегменты имеют форму, близкую к квадратной.

Спинной мозг состоит из серого вещества, расположенного центрально, и белого вещества, расположенного на периферии и окружающего серое вещество.

На фронтальном срезе спинного мозга, проходящем через центральный канал, серое вещество спинного мозга представлено двумя продольно расположенными полосами, которые получили название серых колонн. Правая и левая серые колонны соответствуют серому веществу правой и левой половин спинного мозга. Кнаружи от серых колонн располагается белое вещество.

На сагиттальном срезе спинного мозга, проходящем через правую или левую половину спинного мозга, выявляется, что правая и левая серые колонны состоят из переднего и заднего серых столбов.

На горизонтальном (поперечном) разрезе спинного мозга серое вещество имеет характерную форму, которая несколько изменяется в зависимости от отдела спинного мозга. Так, в шейных и грудных сегментах спинного мозга серое вещество имеет форму буквы «Н», тогда как в поясничных сегментах спинного мозга оно имеет форму бабочки с расправленными крыльями. На поперечном разрезе спинного мозга в сером веществе различают промежуточное серое вещество и отходящие от него рога.

Участок серого вещества, окружающий центральный канал и связывающий серое вещество правой и левой половин спинного мозга, получил название промежуточного серого вещества. Участок промежуточного серого вещества, расположенный впереди центрального канала, получил название *передней серой спайки (comissura grisea anterior)*. Участок промежуточного серого вещества, расположенный позади центрального канала, получил название *задней серой спайки (comissura grisea posterior)*.

От промежуточного серого вещества в правой и левой половинах спинного мозга отходят передние и задние рога. На протяжении от Th₁ до L₂-L₃ спинномозговых сегментов, помимо передних и задних рогов, в спинном мозге выделяют боковые рога.

У каждого рога выделяют более широкую часть – основание рога, которая примыкает к промежуточному серому веществу, и различной степени выраженности узкую часть – верхушку, которая направлена к поверхности спинного мозга.

Задние рога – это узкие, длинные, обращённые назад участки серого вещества, которые своей верхушкой направлены к задней боковой борозде, но не достигающие до неё. Верхушка заднего рога отделена от задней боковой борозды краевой зоной.

Передние рога – это широкие, короткие и округлые, обращённые вперёд, участки серого вещества, не достигающие до поверхности спинного мозга.

Передние рога соответствуют передним серым столбам, задние рога – задним серым столбам.

Белое вещество левой и правой половин спинного мозга подразделяется на парные передние, боковые и задние канатики, образованные восходящими (спинно-церебральными) и нисходящими (церебро-спинномозговыми) проводящими путями.

Передний и боковой канатик разделены условной линией, соединяющей верхушку переднего рога с дном передней боковой борозды. Боковой и задний канатики разделены линией, соединяющей верхушку заднего рога с дном задней боковой борозды.

В шейных и верхних грудных спинномозговых сегментах у латерального края заднего рога серое вещество вдаётся в белое вещество в виде тонких нитей, образуя ретикулярную формацию спинного мозга.

Белое вещество правой и левой половин спинного мозга обменивается нервными волокнами только через *белую спайку (comissura alba)*, которая представлена узкой полоской белого вещества, расположенной впереди промежуточного серого вещества и соединяющая правый и левый передние канатики. Белое вещество правого и левого задних канатиков не обменивается нервными волокнами и разделено пластинкой из соединительной ткани, которая получила название *задней срединной перегородки (septum medianum posterius)*, следующей от дна задней продольной борозды до задней поверхности промежуточного серого вещества.

Нервные волокна белого вещества спинного мозга имеют различный ход, некоторые следуют продольно, другие имеют косое направление или следуют поперечно. Поперечно располагаются нервные волокна, которые проникают в спинной мозг или покидают

его в составе корешков спинномозговых нервов. Нервные волокна, которые следуют продольно, образуют проприоспинальные и супраспинальные проводящие пути. Проводящие пути отделены друг от друга тонкими прослойками рыхлой соединительной ткани и отростками астроцитов.

Проприоспинальные проводящие пути (собственные проводящие пути спинного мозга, сегментарный аппарат спинного мозга) – это короткие восходящие и нисходящие пучки нервных волокон, которые обеспечивают двухстороннюю связь соседних спинномозговых сегментов. Проприоспинальные проводящие пути представлены перекрещивающимися и неперекрещивающимися пучками нервных волокон, берущих начало от вставочных нейронов ядер задних рогов или нейронов спинномозговых узлов. Проприоспинальные проводящие пути располагаются в самых глубоких отделах белого вещества спинного мозга на границе с серым веществом. Среди проприоспинальных проводящих путей выделяют передний, боковой и задний собственные пучки спинного мозга, а также заднебоковой пучок и пучок краевой борозды. Супраспинальные проводящие пути – это длинные восходящие (спинно-церебральные) и нисходящие (церебро-спинномозговые) пучки нервных волокон, которые обеспечивают двухстороннюю связь спинномозговых сегментов с головным мозгом.

Спинно-церебральные пути – это восходящие пучки нервных волокон, которые обеспечивают проведение в головной мозг афферентной (сенсорной) информации от шеи, туловища и конечностей, а также от большинства внутренних органов. Некоторые спинно-церебральные пути образованы нервными волокнами, берущими начало от вставочных нейронов ядер задних рогов спинного мозга, тогда как другие образованы нервными волокнами, следующими от нейронов спинномозговых узлов.

Церебро-спинномозговые пути – это нисходящие пучки нервных волокон, которые обеспечивают проведение эфферентной информации от структур головного мозга к двигательным ядрам спинного мозга. Церебро-спинномозговые пути включают пирамидные и экстрапирамидные пути.

Пирамидные пути – это совокупность путей, связывающих кору предцентральной извилины конечного мозга с двигательными ядрами черепных нервов (корково-ядерный путь) и ядрами передних рогов спинного мозга (передний и боковой корково-спинномозговые

пути). Нервные волокна пирамидных путей начинаются от гигантских и крупных пирамидных нейронов 5 слоя коры конечного мозга.

Экстрапирамидные пути – это совокупность путей, связывающих подкорковые двигательные ядра среднего мозга, моста и продолговатого мозга с двигательными ядрами черепных нервов и ядрами передних рогов спинного мозга.

В шейных спинномозговых сегментах серое вещество преобладает над белым веществом. В грудных спинномозговых сегментах белого вещества в 10 раз больше, чем серого вещества. В поясничных, крестцовых и копчиковом спинномозговых сегментах серое вещество вновь преобладает над белым веществом. В мозговом конусе вся площадь среза представлена серым веществом, окружённым тонким слоем белого вещества. Количество белого вещества в спинном мозге снижается в каудальном направлении, так как нисходящие проводящие пути посегментарно отдают нервные волокна по мере их спуска, а восходящие проводящие пути увеличивают количество нервных волокон по мере их подъёма в спинном мозге.

Микроскопическое строение спинного мозга

На поверхности спинного мозга под мягкой мозговой оболочкой располагается наружная (поверхностная) пограничная глиальная мембрана, образованная филоподиями астроцитов. Филоподии астроцитов располагаются вдоль поверхности и контактируют между собой, образуя внешнюю границу белого вещества спинного мозга. Наружную пограничную глиальную мембрану пронизывают нервные волокна передних и задних корешков. Рыхлая соединительная ткань мягкой мозговой оболочки проникает в белое вещество спинного мозга и сопровождает кровеносные сосуды, следующие к серому веществу.

Граница между центральным и периферическим отделами нервной системы получила название зоны Редлиха-Оберстайнера. Безмиелиновые и миелиновые нервные волокна в центральном отделе нервной системы образованы отростками нейронов, окруженными олигодендроглиоцитами. Безмиелиновые и миелиновые нервные волокна в периферическом отделе нервной системы образованы отростками нейронов, окруженными леммоцитами. При пересечении зоны Редлиха-Оберстайнера нервными волокнами передних или задних корешков спинномозговых нервов происходит смена вида олигодендроглии. Базальная мембрана, покрывающая наружную

пограничную глиальную мембрану центрального отдела нервной системы, переходит в базальную мембрану, покрывающую леммоциты нервных волокон, периферического отдела нервной системы.

Серое вещество спинного мозга

Серое вещество спинного мозга представлено перикарионами мультиполярных нейронов и их отростками (дендритами и аксонами), глиоцитами и нервными волокнами. Нейроны серого вещества представлены отдельными клетками и их группами. Группа нейронов, локализованных в определённом месте, имеющих сходное строение и выполняющих одну функцию, называется нервными ядрами³. Ядра спинного мозга представляют собой столбчатые структуры, протягивающиеся через несколько спинномозговых сегментов.

Отростки нейронов, глиоциты, а также безмиелиновые и миелиновые нервные волокна серого вещества спинного мозга получили название нейропилы. Таким образом, серое вещество состоит из перикарионов нейронов и нейропиля.

Задние рога содержат несколько ядер, образованных мультиполярными нейронами, на перикарионах и дендритах которых оканчиваются аксоны псевдоуниполярных нейронов спинномозговых узлов, а также нервные волокна нисходящих проводящих путей.

Боковые рога выражены только в грудных и верхних поясничных спинномозговых сегментах. Боковые рога содержат ядра, образованные перикарионами первых вегетативных двигательных (вегетомоторных) мультиполярных нейронов, на перикарионах и дендритах которых оканчиваются аксоны псевдоуниполярных нейронов спинномозговых узлов, аксоны вставочных нейронов, а также нервные волокна нисходящих проводящих путей.

Передние рога содержат несколько ядер, образованных соматическими двигательными (соматомоторными) мультиполярными нейронами, на перикарионах и дендритах которых оканчиваются аксоны псевдоуниполярных нейронов спинномозговых узлов, аксоны вставочных нейронов, аксоны клеток Реншоу, а также нервные волокна нисходящих проводящих путей.

³ С ядром не следует путать нервный центр, который может быть представлен несколькими ядрами, расположенными в разных частях центрального отдела нервной системы. Ядра нервного центра могут иметь разную форму и клеточный состав, но объединены функционально.

Ядра серого вещества спинного мозга (рис. 2):

1. *Краевое (дорсомаргинальное) ядро (nucleus marginalis)* – располагается на вершине заднего рога, содержит перикарионы вставочных нейронов, аксоны которых формируют собственные пучки спинного мозга.

2. *Собственное ядро заднего рога (nucleus proprius cornu posterior)* – располагается в центре заднего рога и содержит перикарионы нейронов, аксоны которых переходят через белую спайку в боковой канатик противоположной стороны и формируют боковой спинно-таламический путь, проводящий болевую и температурную чувствительность.

3. *Студенистое вещество⁴ (substantia gelatinosa, зона Роланда)* – располагается в области вершины заднего рога, аксоны нейронов этого ядра переходят в боковой канатик противоположной стороны и образуют передний спинно-таламический путь, проводящий тактильную чувствительность.

4. *Заднее грудное ядро (nucleus thoracicus, дорсальное ядро, ядро Кларка – Штиллинга)* – располагается в основании заднего рога, имеет продолговатую форму и простирается от С₇ до L₃. Аксоны нейронов грудного ядра следуют в боковой канатик своей стороны и образуют задний спинно-мозжечковый путь, проводящий в кору мозжечка proprioceptивную (мышечно-суставную) чувствительность.

5. *Боковое шейное ядро (nucleus cervicalis lateralis)* – располагается в основании заднего рога, прилегая к боковому канатику, на протяжении первых трёх спинномозговых сегментов. В боковом шейном ядре оканчиваются восходящие нервные волокна спинно-шейного пути (см. далее – с. 36) своей стороны и часть спинно-таламических нервных волокон противоположной стороны. Аксоны нейронов бокового шейного ядра присоединяются к медиальной петле и следуют к вентральному заднелатеральному ядру зрительного бугра.

6. *Спинномозговое ядро тройничного нерва (nucleus spinalis nervi trigemini)* – начинается в каудальной части моста, проходит через продолговатый мозг и проникает в С₁-С₃ спинномозговые сегменты. Каудальная часть спинномозгового ядра тройничного нерва располагается в средней части задних рогов. Аксоны чувствитель-

⁴ Область серого вещества с относительно небольшой плотностью перикарионов нейронов, содержащая большое количество глиоцитов.

ных нейронов, залегающих в тройничном узле, следуют к спинномозговому ядру тройничного нерва, формируя спинномозговой путь тройничного нерва. Аксоны нейронов спинномозгового ядра тройничного нерва формируют тройнично-таламические пути болевой, температурной и тактильной чувствительности от лица.

7. *Медиальное промежуточное ядро (nucleus intermedius medialis)* – располагается в медиальных отделах промежуточного серого вещества, аксоны нейронов которого направляются в боковой канатик своей и противоположной стороны, образуя передний спинномозжечковый путь, проводящий в кору мозжечка проприоцептивную чувствительность.

8. *Латеральное промежуточное ядро (nucleus intermedius lateralis)* – располагается в латеральных отделах промежуточного серого вещества. На протяжении грудного и поясничного отделов спинного мозга эти ядра являются симпатическими вегетативными двигательными (вегетомоторными) ядрами, они значительно выражены и формируют боковые рога. В крестцовом отделе спинного мозга латеральные промежуточные ядра являются парасимпатическими вегетативными двигательными (вегетомоторными) ядрами, но не формируют боковых рогов. Аксоны нейронов этих ядер образуют безмиелиновые преганглионарные вегетативные нервные волокна, которые входят в состав передних корешков спинномозговых нервов и следуют к вегетативным узлам.

9. *Ядро полового нерва (nucleus nervi pudendi), ядро Онуфа* – парное округлое ядро, которое располагается в передних рогах спинного мозга на протяжении S₂-S₃. Аксоны нейронов этого ядра иннервируют скелетную мускулатуру диафрагмы малого таза: наружный сфинктер прямой кишки, наружный сфинктер мочеиспускательного канала, седалищно-пещеристую и луковично-пещеристую мышцы.

10. Ядра ретикулярной формации спинного мозга – располагаются в шейных и грудных спинномозговых сегментах, в боковых отделах промежуточного серого вещества и серого вещества задних рогов, проникая в боковой собственный пучок спинного мозга. Подробнее о ретикулярной формации (см. далее – с. 47).

11. *Переднее ядро (nucleus anterior)* – парное овальное двигательное ядро, которое располагается на вершине переднего рога на протяжении L₂-S₁ перед центральным ядром, примыкая к переднебоковому ядру.

12. *Собственное ядро (центральное) переднего рога (nucleus proprius cornu anterior)* – располагается в центре переднего рога в сегментах шейного и поясничного утолщений.

13. *Заднелатеральное ядро (nucleus retroposterolateralis)* – ядро в основании переднего рога, расположенное позади заднелатерального ядра.

14. *Переднемедиальное (nucleus anteromedialis) и заднемедиальное (nucleus posteromedialis) ядра* – располагаются в переднем роге медиальнее собственного ядра переднего рога.

15. *Переднелатеральное (nucleus anterolateralis) и заднелатеральное (nucleus posterolateralis) ядра* располагаются в переднем роге латеральнее собственного ядра переднего рога, около его верхушки.

16. *Спинномозговое ядро добавочного нерва (nucleus spinalis nervi accessorii)* располагается на верхушке переднего рога С₁-С₆ спинномозговых сегментов, около переднелатерального ядра.

17. *Ядро диафрагмального нерва (nucleus nervi phrenici)* располагается в центре переднего рога С₃-С₇ спинномозговых сегментов.

Все ядра передних рогов являются соматическими двигательными (соматомоторными) ядрами, аксоны нейронов которых образуют миелиновые нервные волокна, образующие передние корешки спинномозговых нервов, следующих к скелетным мышцам.

Участок белого вещества, расположенный между верхушкой заднего рога и задней латеральной бороздой, получил название *краевой или пограничной зоны (zona terminalis)*. В этой зоне нервные волокна, входящие в спинной мозг в составе задних корешков спинномозговых нервов, утрачивают плотное параллельное расположение и распределяются между серым и белым веществом своего и смежных спинномозговых сегментов. В краевой зоне располагается дорсолатеральный путь (путь Лиссауэра).

Согласно Б. Рекседу, серое вещество спинного мозга подразделяется на десять пластинок, которые располагаются последовательно и нумеруются от верхушки заднего рога к верхушке переднего. Пластинки определяются на основе плотности расположения нейронов и их цитологических особенностей (размер, форма и т.д.). Пластинки I-VI находятся в задних рогах, VII пластинка – в промежуточной зоне, VIII-IX пластинки – в передних рогах, X пластинка представляет собой область вокруг центрального канала (рис. 2).

I пластинка образует верхушку заднего рога, имеет полулунную форму и называется *губчатой (ретикулярной) зоной (zona spongiosa) или зоной Лиссауэра*. В I пластинке располагается краевое (дорсомаргинальное) ядро, аксоны нейронов которого формируют собственные пучки спинного мозга. Помимо переключения, в этой зоне нервные волокна поднимаются и опускаются в соседние спинномозговые сегменты, формируя дорсолатеральный путь (путь Лиссауэра). Нервные волокна дорсолатеральных путей заканчиваются в дорсолатеральных ядрах выше- и нижележащих спинномозговых сегментов.

II и III пластинки располагаются в верхушке заднего рога и соответствуют студенистому веществу (заднему студенистому веществу).

IV пластинка располагается ближе к основанию заднего рога, в ней находятся собственное ядро заднего рога и ретикулярное ядро спинного мозга.

V и VI пластинки образуют основание заднего рога и содержат грудное ядро.

VII пластинка – широкая полоска серого вещества, соответствующая латеральному отделу промежуточного серого вещества. В медиальной части этой пластинки располагается промежуточное медиальное ядро. В боковой части этой пластинки располагается промежуточное латеральное ядро.

VIII пластинка соответствует основанию передних рогов, в центре которой располагается собственное ядро переднего рога, а по краям этой пластинки лежат заднемедиальное и заднелатеральное ядра.

IX пластинка соответствует вентролатеральной части верхушки передних рогов, в ней располагается переднемедиальное и переднелатеральное ядра.

X пластинка (центральное студенистое вещество) – это слой серого вещества, окружающий центральный канал, который представлен преимущественно глиоцитами. X пластинка образует центральный отдел промежуточного вещества спинного мозга. Позади центрального канала, в промежуточном сером веществе, примыкая к задней срединной перегородке, располагается *вторичное висцеральное вещество (substantia visceralis secundaria)*.

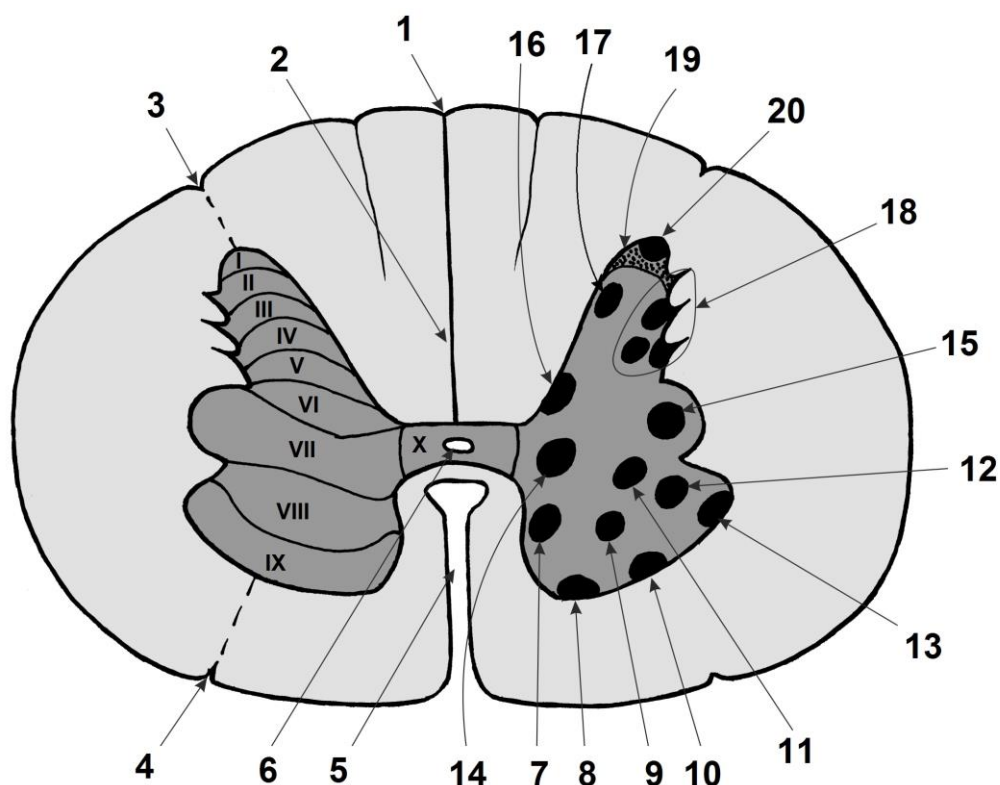


Рис. 2. Строение серого вещества спинного мозга (на примере седьмого шейного спинномозгового сегмента) (рисунки Ивановой В.В., 2020):

1. Задняя срединная борозда (sulcus medianus posterior)
2. Задняя срединная перегородка (septum medianum posterius)
3. Задняя боковая борозда (sulcus posterolateralis)
4. Передняя боковая борозда (sulcus anterolateralis)
5. Передняя срединная щель (fissura mediana anterior)
6. Центральный канал (canalis centralis)
7. Заднемедиальное ядро переднего рога (nucleus posteromedialis cornu anterior)
8. Переднемедиальное ядро переднего рога (nucleus anteromedialis cornu anterior)
9. Собственное ядро переднего рога (nucleus proprius cornu anterior)
10. Ядро добавочного нерва
11. Заднелатеральное ядро (nucleus retroposterolateralis)
12. Заднелатеральное ядро переднего рога (nucleus posterolateralis cornu anterior)
13. Переднелатеральное ядро переднего рога (nucleus anterolateralis cornu anterior)
14. Медиальное промежуточное ядро (nucleus intermediomedialis)
15. Латеральное промежуточное ядро (nucleus intermediolateralis)
16. Грудное ядро (nucleus thoracicus)
17. Собственное ядро заднего рога (nucleus proprius cornu posterior)
18. Ретикулярная формация спинного мозга (formatio reticularis spinalis)
19. Желатинозная субстанция (substantia gelatinosa)
20. Краевое ядро (nucleus marginalis)

I-X – пластинки Рекседа: задний рог серого вещества спинного мозга (*cornu posterior*) соответствует I-VI пластинкам; передний рог спинного мозга

(*cornu anterior*) соответствует VIII-IX пластинкам; промежуточное серое вещество (*substantia grisea intermedialis*) соответствует VII, X пластинкам

Центральный канал спинного мозга выстлан одним слоем типичных эпендимоцитов кубической или призматической формы и заполнен спинномозговой жидкостью. На апикальной поверхности плазмолеммы эпендимоцитов имеются микроворсинки и реснички.

Нейроны спинного мозга могут быть внутрисегментарными, то есть содержащимися в одном сегменте, или межсегментарными, то есть когда их разветвления распространяются на несколько сегментов.

Нейроны спинного мозга в зависимости от расположения их аксонов подразделяют на корешковые, внутренние (вставочные) и пучковые.

Корешковые нейроны – это мультиполярные двигательные нейроны (мотонейроны), перикарионы которых располагаются в соматомоторных ядрах передних и вегетомоторных ядрах боковых рогов спинного мозга, а их аксоны образуют передние корешки спинномозговых нервов

Среди корешковых нейронов выделяют крупные α -мотонейроны (перикарион диаметром 35-70 мкм), мелкие α -мотонейроны (перикарион диаметром 15-35 мкм) и γ -мотонейроны (перикарион диаметром 15-35 мкм). На α -мотонейронах заканчиваются нервные волокна нисходящих проводящих путей: нервные волокна корково-спинномозговых путей образуют синапсы с крупными α -мотонейронами, а нервные волокна экстрапирамидных путей образуют синапсы с мелкими α -мотонейронами.

Аксоны α -мотонейронов следуют к экстрафузальным мышечным волокнам скелетных мышц, тогда как аксоны γ -мотонейронов направляются к интрафузальным мышечным волокнам скелетных мышц.

Внутренние нейроны – это мелкие мультиполярные нейроны, аксоны которых не покидают серое вещество спинного мозга. Среди внутренних нейронов спинного мозга выделяют ассоциативные нейроны, комиссуральные нейроны и клетки Реншоу.

Ассоциативные нейроны – это нейроны, перикарионы которых располагаются в ядрах задних рогов, а аксоны следуют к различным ядрам и не выходят за пределы своей половины спинного мозга.

Комиссуральные нейроны – это нейроны, перикарионы которых располагаются в ядрах задних рогов, а аксоны следуют к различным ядрам через серую спайку в серое вещество противоположной половины спинного мозга.

Клетки Реншоу – это нейроны передних рогов спинного мозга, образующие аксо-аксональные и аксо-соматические синапсы с соматомоторными корешковыми нейронами. Клетки Реншоу являются тормозными (ГАМК-эргическими) нейронами, которые иннервируются коллатеральными аксонами соматомоторных корешковых нейронов.

Пучковые нейроны – мультиполярные нейроны, перикарионы которых располагаются в ядрах задних рогов и промежуточного серого вещества. Выделяют короткоаксонные (ассоциативные) пучковые и длинноаксонные (проекторные) пучковые нейроны.

Короткоаксонные пучковые нейроны – это нейроны, аксоны которых формируют собственные пучки спинного мозга, обеспечивающие двустороннюю связь между соседними спинномозговыми сегментами.

Длинноаксонные пучковые нейроны – это нейроны, аксоны которых формируют восходящие проводящие пути.

Белое вещество спинного мозга

Белое вещество спинного мозга образовано нервными волокнами, глиоцитами, а также кровеносными сосудами и рыхлой соединительной тканью, которая их сопровождает. Нервные волокна спинного мозга представлены безмиелиновыми и миелиновыми нервными волокнами, среди которых доминируют последние. Нервные волокна спинного мозга формируют propriospinalные и supraspinalные (восходящие и нисходящие) проводящие пути.

Пути заднего канатика спинного мозга (рис. 3):

1. *Тонкий пучок (fasciculus gracilis), нежный пучок, пучок Голля* – это парный восходящий пучок заднего канатика спинного мозга. Тонкий пучок образован миелиновыми нервными волокнами, отходящими от нейронов 19 нижних спинномозговых узлов. Тонкий пучок следует к нейронам тонкого ядра продолговатого мозга своей стороны. Ниже четвертого грудного спинномозгового сегмента тонкий пучок полностью образует задние канатики, тогда как в 12 верхних спинномозговых сегментах он расположен медиальнее клиновидного пучка. Тонкий пучок участвует в проведении сознательной про-

приорецептивной чувствительности от нижних конечностей и нижней половины туловища.

2. *Клиновидный пучок (fasciculus cuneatus), пучок Бурдаха* – это парный восходящий пучок заднего канатика спинного мозга, расположенный латеральнее тонкого пучка. Клиновидный пучок образован миелиновыми нервными волокнами, отходящими от нейронов 12 верхних спинномозговых узлов. Клиновидный пучок следует к нейронам клиновидного ядра продолговатого мозга своей стороны. Ниже четвёртого грудного спинномозгового сегмента клиновидный пучок отсутствует. Клиновидный пучок участвует в проведении сознательной проприорецептивной чувствительности от верхних конечностей и нижней половины туловища и шеи.

3. *Овальный (перегородочно-краевой) пучок (fasciculus ovalis, fasciculus septomarginalis), пучок Флексига* – это парный восходящий пучок, расположенный медиальнее тонкого пучка, примыкая к задней срединной перегородке. Проводит афферентные сигналы от внутренних органов и является проводящим путём интерорецептивного анализатора.

4. *Межпучковый (полулунный) путь (fasciculus interfascicularis, fasciculus semilunaris), пучок в форме запятой, пучок Шульце* – это парный нисходящий пучок, расположенный между тонким и клиновидным пучками. Связывает ядра подбугорной области с латеральными промежуточными ядрами.

5. *Задний собственный пучок (fasciculus proprius posterior)* – это парный пучок проприоспинальных нервных волокон, который располагается между задними рогами и прилежит к промежуточному серому веществу сзади.

Пути переднего канатика спинного мозга:

6. *Передний корково-спинномозговой путь (tractus corticospinalis anterior), путь Тюрка* – это парный нисходящий проводящий путь передних канатиков спинного мозга. Передний корково-спинномозговой путь связывает пирамидные клетки коры предцентральной извилины конечного мозга и нейроны ядер передних рогов спинного мозга своей стороны. Этот путь регулирует произвольную двигательную активность скелетных мышц.

7. *Передний ретикулярно-спинномозговой путь (tractus reticulospinalis anterior), мосто-ретикулярно-спинномозговой путь* – это парный нисходящий проводящий путь передних канатиков спинного мозга, следующий вдоль передней срединной щели. Передний ре-

тикулярно-спинномозговой путь начинается от каудального ретикулярного ядра моста (ретикулярная формация моста). Передний ретикулярно-спинномозговой путь активизирует преимущественно вставочные нейроны и γ -мотонейроны разгибателей, а также тормозит мотонейроны мышц-сгибателей туловища и конечностей.

8. *Крыше-спинномозговой путь (tractus tectospinalis)* – это парный нисходящий проводящий путь передних канатиков спинного мозга, следующий по бокам от передней срединной щели. Крыше-спинномозговой путь начинается от нейронов ядер холмиков крыши среднего мозга и следует к нейронам ядер передних рогов спинного мозга. Крыше-спинномозговой путь обеспечивает согласованную работу скелетных мышц глазного яблока, головы, шеи и туловища на зрительные и слуховые раздражители.

9. *Преддверно-спинномозговой путь (tractus vestibulospinalis, путь Левенталя – Гельда)* – это парный нисходящий проводящий путь передних канатиков спинного мозга, образован боковым и средним преддверно-спинномозговыми путями. Преддверно-спинномозговой путь формируется аксонами бокового, среднего и нижнего преддверных ядер моста своей стороны. Нервные волокна этих путей заканчиваются на нейронах ядер передних рогов спинного мозга. Этот путь играет ключевую роль в регуляции тонуса скелетных мышц и движений при изменениях положения тела в пространстве. Боковой преддверно-спинномозговой путь начинается от нейронов бокового и нижнего преддверных ядер и следует в переднем канатике на границе с боковым канатиком. Средний преддверно-спинномозговой путь начинается от нейронов средних преддверных ядер и следует в переднем канатике латеральнее дна передней срединной щели в составе медиального продольного пучка.

10. *Передний спинно-таламический путь (tractus spinothalamicus anterior)* – это парный восходящий пучок, расположенный в переднем канатике спинного мозга. Передний спинно-таламический путь образован аксонами нейронов желатинозной субстанции, которые переходят на противоположную сторону и следуют к ядрам таламуса. Проводит тактильную чувствительность от туловища, конечностей и шеи.

11. *Оливо-спинномозговой путь (tractus olivospinalis), путь Гельвега* – это парный нисходящий пучок, расположенный поверхностно в переднелатеральной части переднего канатика на границе с боковым канатиком. Начинается от нейронов главного оливного

ядра своей стороны и следует к нейронам ядер передних рогов спинного мозга. Оливо-спинномозговой путь обеспечивает тонус скелетных мышц для поддержания равновесия тела в покое и при движении.

12. *Промежуточно-спинномозговой путь (tractus interstitiospinalis)* – это парный тонкий нисходящий проводящий путь передних канатиков спинного мозга, который следует от интерстициального ядра среднего мозга в составе медиального продольного пучка, примыкая к переднему собственному пучку.

13. *Передний шовно-спинномозговой путь (tractus raphespinalis anterior)* – это парный нисходящий проводящий путь, следующий в составе медиального продольного пучка. Начинается от нейронов ядер шва продолговатого мозга. Передний шовно-спинномозговой путь обеспечивает анальгезирующий (антиноцицептивный) эффект.

14. *Пучок краевой борозды (fasciculus sulcomarginal)* – это парный пучок проприоспинальных нервных волокон, который следует в передних канатиках спинного мозга, примыкая к средней части передней срединной щели. Обеспечивает интеграцию ядер шейного и грудного отделов спинного мозга.

15. *Передний собственный пучок (fasciculus proprius anterior)* – это непарный пучок нервных волокон, который располагается между передними рогами и прилежит к промежуточному серому веществу спереди.

Пути бокового канатика спинного мозга:

16. *Передний спинно-мозжечковый путь (tractus spinocerebellaris anterior), путь Говерса* – это парный восходящий пучок, расположенный поверхностно в переднем отделе бокового канатика. Передний спинно-мозжечковый путь образован аксонами клеток медиального промежуточного ядра своей и противоположной сторон, которые следуют к коре мозжечка. Передний спинно-мозжечковый путь проводит бессознательную проприоцептивную чувствительность от туловища, конечностей и шеи.

17. *Задний спинно-мозжечковый путь (tractus spinocerebellaris posterior), путь Флексига* – это парный восходящий пучок нервных волокон, расположенный поверхностно в заднем отделе бокового канатика. Задний спинно-мозжечковый путь образован аксонами клеток грудного ядра только своей стороны, следующими к коре

мозжечка. Этот путь проводит бессознательную проприоцептивную чувствительность от туловища, конечностей и шеи.

18. *Спинно-оливный путь (tractus spinoolivaris), путь Гельвега* – это парный восходящий проводящий путь, следующий поверхностно в боковом канатике спинного мозга на границе с передним канатиком. Спинно-оливный путь расположен латеральнее оливо-спинномозгового пути и следует от задних рогов спинного мозга к латеральному и медиальному добавочным ядрам оливы, от нейронов которых начинается оливо-мозжечковый путь, следующий в кору мозжечка.

19. *Спинно-крышечный путь (tractus spinotectalis)* – это парный восходящий проводящий путь бокового канатика спинного мозга, следующий на границе с передним канатиком. Этот путь содержит афферентные нервные волокна, которые следуют к ядрам холмиков крыши среднего мозга, центральному серому веществу и ретикулярным ядрам среднего мозга. Участвует в восприятии боли.

20. *Боковой спинно-таламический путь (tractus spinothalamicus lateralis), путь Морина* – это парный восходящий пучок, расположенный в боковом канатике. Боковой спинно-таламический путь образован аксонами клеток собственного ядра заднего рога, которые переходят на противоположную сторону и следуют к ядрам таламуса. Проводит болевые и температурные импульсы от туловища, конечностей и шеи.

21. *Шатрово-спинномозговой путь (tractus fastigiospinalis)* – это парный нисходящий проводящий путь бокового канатика, следующий от ядер шатра мозжечка к ядрам передних рогов верхних шейных сегментов спинного мозга противоположной стороны. Шатрово-спинномозговой путь участвует в поддержании позы, оказывая возбуждающее действие на двигательные нейроны мышц-разгибателей и тормозное – на двигательные нейроны мышц-сгибателей.

22. *Боковой ретикулярно-спинномозговой путь (tractus reticulospinalis lateralis), луковично-ретикулярно-спинномозговой путь* – это парный нисходящий проводящий путь передних и боковых канатиков спинного мозга. Боковой ретикулярно-спинномозговой путь начинается от гигантоклеточного ретикулярного ядра (ретикулярная формация продолговатого мозга) и следует к ядрам передних рогов спинного мозга. По боковому ретикулярно-спинномозговому пути ретикулярная формация оказывает активирующее влияние на вста-

вочные нейроны и γ -мотонейроны мышц-сгибателей конечностей и тормозящее – на мотонейроны мышц-разгибателей.

23. *Спинно-ретикулярный путь (tractus spinoreticularis)* – это парный восходящий проводящий путь, следующий в переднелатеральной части боковых канатиков спинного мозга. Этот путь образован аксонами псевдоуниполярных нейронов спинномозговых узлов, которые следуют к ретикулярным ядрам ствола головного мозга. Спинно-ретикулярный путь участвует в модуляции нисходящих антиноцицептивных сигналов.

24. *Красноядерно-спинномозговой путь (tractus rubrospinalis), путь Монакова* – это парный нисходящий пучок, расположенный в центре бокового канатика. Красноядерно-спинномозговой путь образован аксонами нейронов красных ядер противоположной стороны, которые заканчиваются на мелких α -мотонейронах ядер передних рогов спинного мозга. Этот путь обеспечивает иннервацию скелетных мышц, необходимую для поддержания их тонуса, и координированные сокращения скелетных мышц при движении.

25. *Боковой корково-спинномозговой путь (tractus corticospinalis lateralis)* – это парный нисходящий перекрещенный пучок, занимающий до 40 % объема бокового канатика. Этот путь начинается от гигантских и крупных пирамидных нейронов коры предцентральной извилины конечного мозга. В спинном мозге он заканчивается на нейронах ядер передних рогов. Этот путь обеспечивает эфферентную иннервацию скелетных мышц и выполнение произвольных движений.

26. *Гипоталамо-спинномозговой путь (tractus hypothalamospinalis), задний продольный пучок, пучок Шутца* – это парный нисходящий проводящий путь, проходящий в задних отделах боковых канатиков спинного мозга, который следует от ядер заднего гипоталамуса к промежуточным латеральным ядрам спинного мозга.

27. *Спинномозговой путь голубого пятна (tractus caeruleospinalis), керуло-спинномозговой путь* – это парный нисходящий проводящий путь, следующий в задней части бокового канатика от нейронов ядер голубого пятна к ядрам передних рогов и промежуточным латеральным ядрам.

28. *Боковой шовно-спинномозговой путь (tractus raphespinalis lateralis)* – это парный нисходящий проводящий путь, следующий через краевую зону в задней части бокового канатика спинного моз-

га. Начинается от нейронов ядер шва продолговатого мозга и заканчивается на аксонах псевдоуниполярных нейронов, проникающих в спинной мозг в составе задних корешков спинномозговых нервов. Боковой шовно-спинномозговой путь обеспечивает анальгезирующий (антиноцицептивный) эффект.

29. *Одиночно-спинномозговой путь (tractus solitariospinalis)* – это парный нисходящий проводящий путь, начинающийся от нейронов одиночного ядра продолговатого мозга и следующий в ventральной части бокового канатика спинного мозга. Одиночно-спинномозговой путь оканчивается на двигательных нейронах, иннервирующих диафрагму и межрёберные мышцы, участвует в регуляции дыхания и рвоты.

30. *Спинно-шейный путь (tractus spinocervicalis)* – это парный восходящий проводящий путь, следующий в боковом канатике спинного мозга к боковому шейному ядру.

31. *Спинно-преддверный путь (tractus spinovestibularis)* – это парный восходящий проводящий путь, следующий через боковой канатик верхних шейных сегментов спинного мозга к боковому и среднему преддверным ядрам моста.

32. *Тройнично-спинномозговой путь (tractus trigeminospinalis)* – это парный нисходящий проводящий путь, следующий в боковом канатике спинного мозга от спинномозгового ядра тройничного нерва к ядрам задних рогов спинного мозга.

33. *Чёрно-спинномозговой путь (tractus nigrospinalis) или путь Земмеринга* – это парный нисходящий проводящий путь бокового канатика спинного мозга, следующий позади оливо-спинномозгового пути. Этот путь начинается от нейронов чёрного вещества среднего мозга и следует к ядрам передних рогов спинного мозга. Чёрно-спинномозговой путь участвует в регуляции бессознательной двигательной активности скелетных мышц.

34. *Заднебоковой путь (tractus dorsolateralis, путь Лиссауэра)* – это парный проприоспинальный пучок нервных волокон, который располагается в краевой зоне и является частью заднего и бокового собственных пучков спинного мозга.

35. *Боковой собственный пучок (fasciculus proprius lateralis)* – это парный пучок проприоспинальных нервных волокон, который располагается между передними и задними рогами в самых глубоких отделах боковых канатиков.

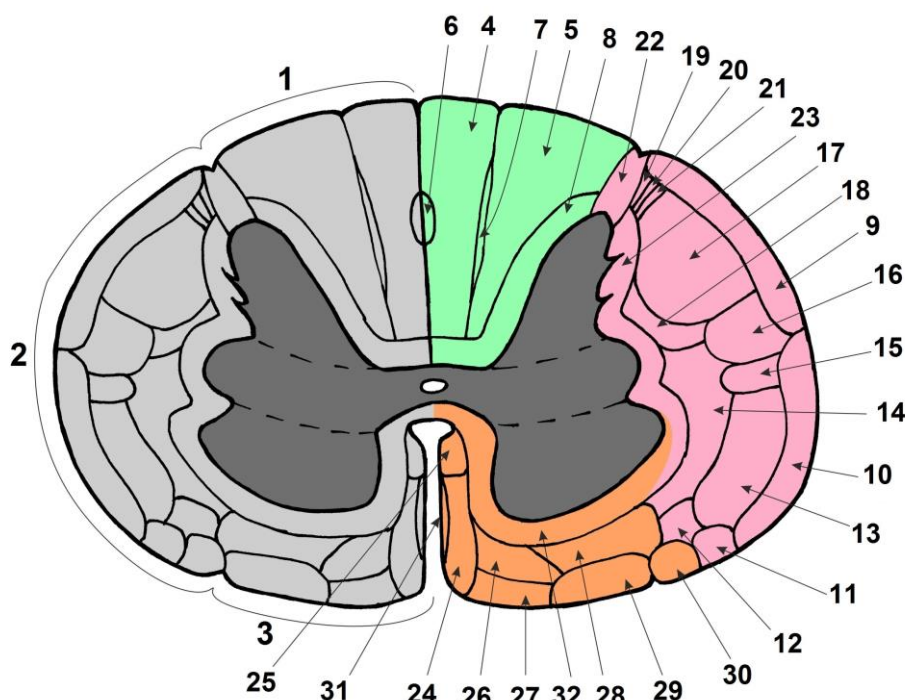


Рис. 3. Строение белого вещества спинного мозга (на примере седьмого шейного спинномозгового сегмента) (рисунки Ивановой В.В., 2020)

1. Задний канатик (funiculus posterior)
2. Боковой канатик (funiculus lateralis)
3. Передний канатик (funiculus anterior)
4. Тонкий пучок (fasciculus gracilis)
5. Клиновидный пучок (fasciculus cuneatus)
6. Овальный пучок (fasciculus ovalis)
7. Межпучковый путь (fasciculus interfascicularis)
8. Задний собственный пучок (fasciculus proprius posterior)
9. Задний спинно-мозжечковый путь (tractus spinocerebellaris posterior)
10. Передний спинно-мозжечковый путь (tractus spinocerebellaris anterior)
11. Спинно-оливный путь (tractus spinoolivaris)
12. Спинно-крышечный путь (tractus spinotectalis)
13. Боковой спинно-таламический путь (tractus spinothalamicus lateralis)
14. Боковой ретикулярно-спинномозговой путь (tractus reticulospinalis lateralis)
15. Спинно-ретикулярный путь (tractus spinoreticularis)
16. Краснойдерно-спинномозговой путь (tractus rubrospinalis)
17. Боковой корково-спинномозговой путь (tractus corticospinalis lateralis)
18. Гипоталамо-спинномозговой путь (tractus hypothalamospinalis)
19. Спинномозговой путь голубого пятна (tractus caeruleospinalis)
20. Боковой шовно-спинномозговой путь (tractus raphespinalis lateralis)
21. Спинно-шейный путь (tractus spinocervicalis)
22. Заднебоковой путь (tractus dorsolateralis)
23. Боковой собственный пучок (fasciculus proprius lateralis)
24. Передний корково-спинномозговой путь (tractus corticospinalis anterior)
25. Медиальный продольный пучок (fasciculus longitudinalis medialis)
26. Передний ретикулярно-спинномозговой путь (tractus reticulospinalis anterior)

27. Крыше-спинномозговой путь (tractus tectospinalis)
28. Преддверно-спинномозговой путь (tractus vestibulospinalis)
29. Передний спинно-таламический путь (tractus spinothalamicus anterior)
30. Оливо-спинномозговой путь (tractus olivospinalis)
31. Пучок краевой борозды (fasciculus sulcomarginal)
32. Передний собственный пучок (fasciculus proprius anterior)

Функции спинного мозга:

1. Рефлекторная – функция регуляции деятельности внутренних органов, сосудов и соматических структур туловища и конечностей за счёт внутриспинальных связей афферентных и эфферентных нейронов спинного мозга.

2. Проводниковая – функция регуляции деятельности внутренних органов, сосудов и соматических структур туловища и конечностей за счёт связи спинного и головного мозга, посредством супраспинальных проводящих путей.

3. Спинной мозг обеспечивает соматосенсорную и соматомоторную иннервацию кожи и органов опорно-двигательной системы туловища и конечностей посредством спинномозговых нервов.

4. Спинной мозг обеспечивает вегетосенсорную и вегетомоторную иннервацию внутренних органов и сосудов туловища и конечностей посредством спинномозговых нервов.

Контрольные вопросы

1. Где располагается спинной мозг?
2. Чем представлен рельеф поверхности спинного мозга?
3. Что такое спинномозговой сегмент?
4. Какие ядра локализованы в передних рогах спинного мозга?
5. Какие ядра локализованы в задних рогах спинного мозга?
6. Какие ядра локализованы в промежуточном сером веществе спинного мозга?
7. На основании чего Б. Рексед разделил серое вещество спинного мозга на пластинки?
8. Какие пути собственного аппарата спинного мозга Вы знаете?
9. Какие проводящие пути располагаются в передних канатиках спинного мозга?
10. Какие восходящие проводящие пути располагаются в боковых канатиках спинного мозга?
11. Какие нисходящие проводящие пути располагаются в боковых канатиках спинного мозга?

12. Какие проводящие пути располагаются в задних канатиках спинного мозга?
13. Где расположена и какова функция белой спайки?
14. Как называется полость спинного мозга, с чем она сообщается?
15. Что такое спинномозговой узел?

Тестовые задания

Выберите один правильный ответ.

1. СКЕЛЕТОТОПИЧЕСКИЕ ГРАНИЦЫ СПИННОГО МОЗГА ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА

- a) от большого отверстия затылочной кости до 1–2 поясничного позвонка;
- b) от 2 шейного позвонка до 3 поясничного позвонка
- c) от 3 шейного позвонка до 3–4 поясничного позвонка
- d) от 1 шейного позвонка до 12 грудного позвонка

2. В ЦЕНТРЕ СПИННОМОЗГОВОГО СЕГМЕНТА ЛОКАЛИЗУЕТСЯ

- a) боковой рог
- b) задний рог
- c) центральный канал
- d) передний рог

3. В ПОЯСНИЧНОМ ОТДЕЛЕ СПИННОГО МОЗГА ВЫДЕЛЯЮТ _____ СПИННОМОЗГОВЫХ СЕГМЕНТОВ

- a) два
- b) двенадцать
- c) восемь
- d) пять

4. СОМАТИЧЕСКИЕ ДВИГАТЕЛЬНЫЕ НЕЙРОНЫ СПИННОГО МОЗГА ОБРАЗУЮТ ЯДРА В

- a) боковых рогах
- b) задних канатиках
- c) передних рогах
- d) передних канатиках

5. АФФЕРЕНТНЫЙ (ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ) НЕЙРОН РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГИ РАСПОЛОЖЕН

- a) в переднем роге
- b) в заднем роге

- c) в боковом роге
- d) в спинномозговом узле

6. БОКОВОЙ РОГ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ В СЕГМЕНТАХ СПИННОГО МОЗГА

- a) C₁ до L₂-L₃
- b) Th₁ до L₂-L₃
- c) C₁ до Th₁₂-L₁
- d) C₇ до S₃

7. КОРКОВО-СПИННОМОЗГОВОЙ ПУТЬ КООРДИНИРУЕТ

- a) произвольную двигательную активность скелетных мышц
- b) работу внутренних органов
- c) произвольную двигательную активность скелетных мышц
- d) проприоцептивную чувствительность

8. КРАСНОЯДЕРНО-СПИННОМОЗГОВОЙ ПУТЬ КОНТРОЛИРУЕТ

- a) произвольную двигательную активность скелетных мышц
- b) работу внутренних органов
- c) произвольную двигательную активность скелетных мышц
- d) тактильную чувствительность

9. БОКОВЫЕ СПИННО-ТАЛАМИЧЕСКИЕ ПУТИ ПРОВОДЯТ

- a) болевую и температурную чувствительность
- b) проприоцептивную чувствительность
- c) интероцептивную чувствительность и чувство стереогноза
- d) тактильную чувствительность

10. КРЫШЕ-СПИННОМОЗГОВОЙ ПУТЬ СЛЕДУЕТ В

- a) боковых канатиках
- b) передних канатиках
- c) переднем корешке
- d) заднем канатике

ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ

1	a
2	c
3	d
4	c
5	d
6	b

7	c
8	a
9	a
10	a

ГОЛОВНОЙ МОЗГ ЧЕЛОВЕКА

Головной мозг (encephalon) – это орган центрального отдела нервной системы, расположенный в полости черепа. Поверхность головного мозга, прилегающая к внутреннему основанию черепа, получила название основания головного мозга. Головной мозг состоит из конечного (большого) мозга (плаща), мозжечка (малого мозга) и ствола. В состав ствола мозга входят: промежуточный мозг, средний мозг, мост и продолговатый мозг. Для всех отделов головного мозга, входящих в состав его ствола, характерно сходное распределение серого и белого вещества. Серое вещество неравномерно распределено в белом и представлено нервными ядрами.

На всем протяжении в стволе головного мозга выделяют *крышу (tectum)* – часть, расположенную над полостями головного мозга, *покрышку (tegmentum)*, в которой локализованы ядра черепных нервов и проводящие пути, а также *основание (basis)*, где сосредоточены проводящие пути.

Головной мозг взрослого человека весит 1350-1500 г, имеет объём 1200-1300 см³, а также длину 16-18 см, ширину 13-15 см и высоту 10-12 см.

В дефинитивном головном мозге можно выделить три отдела, развивающиеся из трёх первичных мозговых пузырей: передний, средний и ромбовидный мозг. Передний мозг состоит из конечного и промежуточного мозга, а ромбовидный состоит из продолговатого мозга, моста и мозжечка.

Продолговатый мозг

Развитие продолговатого мозга

Филогенетически развитие продолговатого мозга связано с началом активного перемещения организма и поиском пищи, поэтому в этом отделе головного мозга располагаются подкорковые центры равновесия, ядра черепных нервов, связанных с жаберными дугами, а также ядра, образующие жизненно важные центры (дыхательный и сердечной деятельности, сосудодвигательный).

Макроскопическое строение продолговатого мозга

Внешнее макроскопическое строение продолговатого мозга

Продолговатый мозг (medulla oblongata, bulbus cerebri) – это самый древний и каудальный отдел головного мозга, переходящий в спинной мозг. Продолговатый мозг располагается в полости черепа в переднем отделе задней черепной ямки на скате черепа и является самой задней частью ромбовидного мозга. По форме продолговатый мозг напоминает усечённый конус, несколько уплощённый сзади. Его широкая часть обращена вверх и граничит с мостом, а узкая часть направлена вниз и переходит в спинной мозг. Длина продолговатого мозга человека составляет примерно 3 см, ширина – 1,5 см, толщина 1 см, объем 5-7 см³. Из продолговатого мозга выходят четыре пары черепных нервов: языкоглоточный (IX), блуждающий (X), добавочный (XI) и подъязычный (XII).

Продолговатый мозг на уровне большого отверстия затылочной кости переходит в спинной мозг. Ориентирами, по которым проводят границу между спинным и продолговатым мозгом, являются нижний край перекреста пирамид или место отхождения самого верхнего корешка первой пары спинномозговых нервов.

От моста продолговатый мозг на передней поверхности ствола головного мозга отделён выраженной поперечной бороздой – *луковично-мостовой бороздой (sulcus bulbopontinus)*, из которой выходит отводящий нерв (VI).

В продолговатом мозге различают переднюю (вентральную), заднюю (дорсальную) и боковые (латеральные) поверхности.

Задняя поверхность продолговатого мозга становится доступной для обозрения только после удаления мозжечка. Продолжение задних и боковых канатиков спинного мозга формирует валикообразные утолщения, которые получили название нижних (задних) ножек мозжечка. Нижние ножки мозжечка связывают продолговатый мозг с мозжечком и латерально ограничивают ромбовидную ямку. Со стороны ромбовидной ямки границей между продолговатым мозгом и мостом является нижний край *мозговых полосок (striae medullares)*.

Рельеф поверхности продолговатого мозга соответствует рельефу спинного мозга. На передней поверхности продолговатого мозга располагается *передняя срединная щель (fissura mediana anterior)*, являющаяся продолжением аналогичной щели спинного мозга. Передняя срединная щель заканчивается в луковично-

мостовой борозде небольшим углублением – *слепым отверстием продолговатого мозга (foramen caecum medullae oblongatae)*.

На передней поверхности продолговатого мозга по обеим сторонам от передней срединной щели располагаются правая и левая *пирамиды продолговатого мозга (pyramides medullae oblongatae)*. Правая и левая пирамиды продолговатого мозга представляют собой выпуклые, продольно расположенные конические тяжи, которые сужаются по направлению к спинному мозгу и переходят в его передние канатики.

Пирамиды продолговатого мозга представлены продольно следующими нервными волокнами, которые образуют корково-спинномозговые пути⁵, начинающиеся в 5 слое коры предцентральной извилины конечного мозга. Большая часть корково-спинномозговых нервных волокон (90 %), идущих в составе пирамид продолговатого мозга, пересекает переднюю срединную щель, переходит на противоположную сторону, образуя *перекрест пирамид (decussatio pyramidum)*, и продолжается в боковые канатики спинного мозга, формируя боковой корково-спинномозговой путь. Меньшая часть корково-спинномозговых нервных волокон (10 %) следует по своей стороне в передние канатики спинного мозга, формируя передний корково-спинномозговой путь. В области перекреста пирамид продолговатого мозга передняя срединная щель продолговатого мозга сглаживается.

Латеральные пирамид продолговатого мозга располагаются овальные (длина 10 мм, ширина 5 мм) возвышения – правая и левая *оливы (olives)*. Оливы отделены от пирамид продолговатого мозга *передними боковыми бороздами (sulcus anterolateralis)*, из которых выходит 6-10 корешков подъязычного нерва.

Оливы отделены от боковых поверхностей продолговатого мозга выраженными бороздами – *позадиоливыми бороздами (sulcus retroolivaris)*, латеральные которых начинаются боковые поверхности продолговатого мозга (позадиоливные поля). Из позадиоливных борозд выходят языко-глоточный, блуждающий и черепная часть добавочного черепных нервов.

На задней поверхности продолговатого мозга располагается *задняя срединная борозда (sulcus medianus posterior)*, которая заканчивается у нижнего угла ромбовидной ямки.

⁵ Часть пирамидных путей, исключая корково-ядерный путь.

В нижней части задней поверхности продолговатого мозга с обеих сторон от задней срединной борозды располагаются парные овальные возвышения – *бугорки тонких ядер (tuberculum gracile)*, латеральнее и выше которых лежат *бугорки клиновидных ядер (tuberculum cuneatum)*. Бугорок тонкого ядра и бугорок клиновидного ядра разделяет задняя промежуточная борозда продолговатого мозга.

Бугорки тонких и клиновидных ядер, а также нижние ножки мозжечка ограничивают нижний отдел ромбовидной ямки. В области нижнего угла ромбовидной ямки открывается центральный канал спинного мозга.

Латеральнее клиновидного пучка располагается *задняя боковая борозда (sulcus posterolateralis)*, которая заканчивается на уровне бугорка клиновидного ядра.

Боковые поверхности продолговатого мозга располагаются между позадиоливыми и задними боковыми бороздами и соответствуют боковым канатикам спинного мозга. Выше бугорков тонкого и клиновидного ядер граница между задней и боковыми поверхностями продолговатого мозга не выражена.

Внутреннее макроскопическое строение продолговатого мозга

Верхняя часть продолговатого мозга, расположенная выше его полости, получает название *крыши продолговатого мозга (tectum bulbi cerebri)*. В каудальной части продолговатого мозга (ниже нижнего угла ромбовидной ямки) крыша продолговатого мозга представлена тонкой пластинкой нервной ткани, в краниальной части продолговатого мозга (выше нижнего угла ромбовидной ямки) – образована нижним мозговым парусом, который содержит сосудистое сплетение четвёртого желудочка.

Полостью каудальной части продолговатого мозга является продолжение центрального канала спинного мозга. Полостью краниальной части продолговатого мозга является четвёртый желудочек мозга.

Покрышка продолговатого мозга расположена ниже его полости до уровня позадиоливых борозд. Нижняя часть продолговатого мозга, расположенная под его покрышкой, называется *основанием продолговатого мозга*.

В продолговатом мозге различают серое и белое вещество (рис. 4). Серое вещество в продолговатом мозге не формирует сплошного слоя, а разделяется на отдельные нервные ядра, расположенные в его покрове. Нервные ядра разделены белым веществом, представленным проводящими путями.

Продолговатый мозг разделяется пучками нервных волокон, отходящими от ядер подъязычных и задних ядер блуждающих нервов, на 3 части: переднюю, боковую и заднюю.

В передней части продолговатого мозга располагаются корково-спинномозговые пути, медиальный продольный пучок и медиальная петля.

В боковой части продолговатого мозга располагаются ядра нижнего оливного комплекса, ретикулярные ядра продолговатого мозга и некоторые ядра черепных нервов (например, двойное ядро).

В задней части продолговатого мозга располагаются тонкие и клиновидные ядра, некоторые ядра черепных нервов (например, ядро одиночного пути, спинномозговое ядро тройничного нерва), а также проводящие пути боковых канатиков спинного мозга.

Задняя часть продолговатого мозга образует нижние ножки мозжечка, которые связывают продолговатый мозг с мозжечком.

Серое вещество продолговатого мозга

1. На поперечных срезах продолговатого мозга в толще оливы выявляется группа ядер – *нижний оливный комплекс (ядра нижней оливы)*, в котором выделяют *главное оливное ядро (nucleus olivaris principalis)*, *латеральное (дорсальное, заднее) и медиальное (вентральное, переднее) добавочные оливные ядра (nucleus olivaris accessorius lateralis et medialis)*.

Главное оливное ядро представляет собой подковообразно изогнутую гофрированную пластинку серого вещества. Открытая часть главного оливного ядра – *ворота (hilus)*, служит местом выхода оливо-спинномозгового пути. Зубчатые ядра мозжечка связаны с главными оливными ядрами зубчато-оливными путями, причем каждый сегмент зубчатого ядра связан с аналогичным сегментом главного оливного ядра. Главные оливные ядра являются подкорковыми ядрами равновесия.

Латеральное и медиальное добавочные оливные ядра располагаются с обеих сторон от ворот главных оливных ядер. От добавоч-

ных оливных ядер начинаются оливо-мозжечковые пути, следующие в кору мозжечка.

2. *Тонкое ядро (nucleus gracilis)* – это парное ядро, расположенное в бугорках тонких ядер в покрышке продолговатого мозга. На нейронах тонкого ядра заканчиваются нервные волокна тонкого пучка, образуя синапсы.

3. *Клиновидное ядро (nucleus cuneatus)* – это парное ядро, расположенное в бугорках клиновидных ядер в покрышке продолговатого мозга латеральнее тонких ядер. На нейронах клиновидного ядра заканчиваются нервные волокна клиновидного пучка, образуя синапсы.

От нейронов тонких и клиновидных ядер начинаются наружные и внутренние дугообразные волокна. Внутренние дугообразные волокна пересекаются с аналогичными волокнами противоположной стороны и формируют в срединной сагиттальной плоскости *шов продолговатого мозга (raphe medullae oblongatae)*.

4. *Добавочное клиновидное ядро (nucleus cuneatus accessorius)* – это парное ядро, расположенное латеральнее клиновидного ядра в покрышке продолговатого мозга. От него начинаются клиновидно-мозжечковые нервные волокна.

5. *Спинномозговое ядро тройничного нерва (nucleus spinalis nervi trigemini)* – это парное продолговатое ядро, расположенное латеральнее клиновидного ядра в покрышке продолговатого мозга и продолжающееся в верхние шейные сегменты спинного мозга. Ядро получает информацию от болевых, температурных и тактильных рецепторов лица. От ядра начинается восходящий тройнично-таламический путь.

6. *Ядро подъязычного нерва (nucleus nervi hypoglossi)* – это парное продолговатое соматическое двигательное (соматомоторное) ядро, расположенное в покрышке продолговатого мозга в нижнемедиальном отделе ромбовидной ямки в области треугольника подъязычного нерва.

7. *Заднее ядро блуждающего нерва (nucleus posterior (dorsalis) nervi vagi)* – парное сферическое вегетативное двигательное (вегетомоторное) парасимпатическое ядро, которое лежит перивентрикулярно латеральнее ядра подъязычного нерва.

8. *Ядро одиночного пути (nucleus tractus solitarii)*⁶ – парное вытянутое чувствительное (соматосенсорное и вегетосенсорное) ядро, которое определяется на всём протяжении продолговатого мозга. На нейронах ядра одиночного пути оканчиваются аксоны нейронов общей висцеральной чувствительности, а также специфической вкусовой чувствительности. Совокупность аксонов чувствительных нейронов, следующих к ядру одиночного пути, получила название *одиночного пути (tractus solitarii)*.

9. *Двоякое ядро (nucleus ambiguus)* – это овальное соматическое двигательное (соматомоторное) ядро, расположенное впереди от заднего ядра блуждающего нерва.

10. *Нижнее слюноотделительное ядро (nucleus salivatorius inferior)* – парное округлое вегетативное двигательное (вегетомоторное) парасимпатическое ядро, расположенное между двояким ядром и нижним ядром оливы.

11. *Заднее поле (area postrema) продолговатого мозга* – это серое вещество, которое является продолжением в продолговатый мозг задних рогов спинного мозга. Заднее поле состоит из лежащих латерально в средней части покрышки продолговатого мозга краевого вторичного ядра (соответствует краевому ядру заднего рога), студенистого вторичного ядра (соответствует студенистому веществу заднего рога), крупноклеточного вторичного ядра (соответствует собственному ядру заднего рога).

12. *Ядра ретикулярной формации (nuclei reticulares)* продолговатого мозга.

Ретикулярная (сетчатая) формация (formation reticularis) – это неспецифическая активирующая система центрального отдела нервной системы, состоящая из нескольких (около 30 шт.) ядер – ретикулярных ядер, расположенных в шейных и грудных спинномозговых сегментах, продолговатом мозге, мосте, среднем мозге и промежуточном мозге. В кауда-ростральном направлении происходит усложнение строения ретикулярной формации: в спинном мозге ретикулярная формация имеет диффузное строение и представлена главным образом отдельными нейронами, формирующими сеть,

⁶ Верхняя (краниальная) половина ядра одиночного пути называется вкусовым ядром и принимает аксоны нейронов чувствительных ядер VII, IX и X черепных нервов, проводя соматосенсорную (вкусовую) чувствительность. Нижняя (каудальная) половина ядра одиночного пути называется кардио-респираторным ядром и принимает аксоны нейронов чувствительного ядра X черепного нерва, проводя вегетосенсорную чувствительность от органов сердечно-сосудистой, дыхательной, выделительной и пищеварительной систем.

тогда как в стволе головного мозга ретикулярная формация представлена локальными скоплениями нейронов – ретикулярными ядрами, также связанными между собой.

Нейроны ретикулярных ядер получают афферентные сигналы от чувствительных ядер черепных нервов, от зрительного и обонятельного анализаторов, мозжечка, от спинного мозга, а также от нисходящих (пирамидных и экстрапирамидных) проводящих путей.

Аксоны нейронов ретикулярных ядер следуют к ядрам передних рогов спинного мозга (ретикулярно-спинномозговой путь), к ядрам зрительного бугра (ретикулярно-таламический путь), к ядрам подбугорной области (ретикулярно-гипоталамический путь), к базальным ядрам (ретикулярно-базальный путь), к коре мозжечка (ретикулярно-мозжечковый путь) и коре конечного мозга (ретикулярно-корковый путь).

Нейроны ретикулярной формации являются мультиполярными вставочными нейронами, которые имеют разные размеры и характеризуются слабо развитыми дендритами и длинными, сильно ветвящимися аксонами, образующими многочисленные коллатерали. Основными нейромедиаторами нейронов ретикулярной формации являются серотонин и норадреналин. Отростки нейронов ядер ретикулярной формации связывают ретикулярные ядра между собой, а также с различными структурами головного и спинного мозга. Аксоны нейронов ретикулярных ядер зачастую Т-образно делятся и направляются вдоль ствола головного мозга рострально и каудально, формируя восходящие и нисходящие ретикулярные нервные волокна, соответственно.

Восходящие ретикулярные нервные волокна представлены: ретикулярно-таламическими, ретикулярно-гипоталамическими, ретикулярно-мозжечковыми и ретикулярно-корковыми.

Нисходящие ретикулярные нервные волокна от ретикулярных ядер представлены: соматическими и вегетативными ретикулярно-спинномозговыми, часть из которых формирует ретикулярно-спинномозговые пути (специфические ретикулярно-спинномозговые нервные волокна), тогда как другие следуют диффузно в передних и боковых канатиках (неспецифические ретикулярно-спинномозговые нервные волокна).

В ретикулярной формации ствола головного мозга выделяют три зоны: медианную (ретикулярные ядра лежат в срединной сагиттальной плоскости или около неё), медиальную (ретикулярные ядра

лежат во внутренних отделах ствола головного мозга) и латеральную (ретикулярные ядра лежат на периферии ствола головного мозга).

Медианная зона ретикулярной формации включает ядра шва или парамедианные ретикулярные ядра (бледные ядра шва, тёмные ядра шва, большие ядра шва, дорсальные ядра шва, верхние и нижние центральные ядра шва), а также ядра центрального серого вещества (передние и задние ретикулярные ядра покрышки среднего мозга). Большое ядро шва посылает нервные волокна в спинной мозг, мостовые ядра шва – в мозжечок, оставшиеся ядра шва образуют восходящие проводящие пути.

Медиальная зона ретикулярной формации включает ядра, которые лежат латеральнее ядер шва, и образована гигантоклеточными ретикулярными ядрами, ретикулярными ядрами покрышки моста, оральными и каудальными ретикулярными ядрами моста, передними ретикулярными ядрами покрышки среднего мозга, задними ретикулярными ядрами покрышки среднего мозга (ядра Гуддена), клиноподобными ретикулярными ядрами, голубым пятном и вентральной покрышечной областью. Ретикулярные ядра покрышки моста посылают нервные волокна в мозжечок.

Латеральная зона ретикулярной формации включает латеральные ретикулярные ядра, мелкоклеточные ретикулярные ядра, парабрахсиальные ядра, а также ретикулярные ядра крыши среднего мозга.

В ретикулярной формации продолговатого мозга локализованы жизненно важные нервные центры: дыхательный (инспираторный и экспираторный) центр, сосудодвигательный (вазоконстрикторный и вазодилатационный) центр, центр сердечной деятельности, пищевой (жевания, глотания, сосания, слюноотделения, секреции желудочного, панкреатического секрета и жёлчи) центр, а также центр потоотделения, слёзоотделения, центр мигания, центр рвоты, центр чихания, центр кашля и др.

Сосудодвигательный центр включает гигантоклеточное ретикулярное и парамедианные ядра продолговатого мозга. Дыхательный центр включает гигантоклеточное ретикулярное и мелкоклеточное ретикулярные ядра продолговатого мозга, а также оральное и каудальное ретикулярные ядра моста. Центры жевания и глотания включают парамедианные ретикулярные ядра продолговатого мозга. Центры регуляции тонуса мышц состоят из верхнего и нижнего ретикулярных ядер моста. Мочевыделительный центр формируют ретикулярные ядра латеральной зоны моста и дорсо-латеральное

ядро покрышки моста. Аксоны нейронов ядер этого центра достигают первых эфферентных вегетативных нейронов боковых промежуточных ядер крестцового отдела спинного мозга. Стимуляция нейронов этих ядер в мосту сопровождается сокращением мускулатуры стенки мочевого пузыря и мочевыделением.

Белое вещество продолговатого мозга

Белое вещество продолговатого мозга представлено короткими и длинными нервными волокнами.

Короткие нервные волокна следуют в продолговатом мозге и связывают его ядра со структурами смежных отделов ствола головного мозга. К коротким путям продолговатого мозга относят оливо-мозжечковый путь, луковично-мозжечковый путь, медиальный продольный пучок, а также краснаядерно-луковичный, краснаядерно-оливный и крыше-луковичный пути.

1. *Оливо-мозжечковый путь (tractus olivocerebellaris)* – образован аксонами нейронов нижнего оливного комплекса, переходящими на противоположную сторону и следующими в составе нижних ножек мозжечка к его коре.

2. *Луковично-мозжечковый путь (tractus bulbotocerebellaris)* – образован *наружными дугообразными волокнами (fibrae arcuatae externae)*, представляющими собой меньшую часть (20 %) аксонов нейронов тонких и клиновидных ядер, направляющихся через нижние ножки мозжечка в его кору. Передние наружные дугообразные волокна переходят на противоположную сторону и следуют вдоль передней поверхности продолговатого мозга, огибая корково-спинномозговые пути пирамид продолговатого мозга и главное оливное ядро. Задние наружные дугообразные волокна следуют со своей стороны вдоль задней поверхности продолговатого мозга по дну ромбовидной ямки.

3. *Краснаядерно-оливный путь (tractus rubroolivaris)* – начинается от нейронов красных ядер и следует к нижнему оливному комплексу своей стороны. Является частью центрального покрышечного пути (см. далее – с. 102).

4. *Краснаядерно-луковичный путь (tractus rubrobulbaris)* – следует в составе краснаядерно-спинномозгового пути к ядрам ретикулярной формации и двигательным ядрам черепных нервов продолговатого мозга.

5. *Крыше-луковичный путь (tractus tectobulbaris)* – следует в составе крыше-спинномозгового пути к ядрам ретикулярной формации и двигательным ядрам черепных нервов продолговатого мозга.

6. *Медиальный продольный пучок (fasciculus longitudinalis medialis)* – обеспечивает сочетанный поворот головы и глаз (см. далее – с. 99).

Длинные нервные волокна проходят через продолговатый мозг транзитом и представлены восходящими и нисходящими проводящими путями.

Восходящими проводящими путями продолговатого мозга являются:

1) *передний спинно-мозжечковый путь (tractus spinocerebellaris anterior)*, проводит бессознательную проприоцептивную чувствительность;

2) *задний спинно-мозжечковый путь (tractus spinocerebellaris posterior)*, проводит бессознательную проприоцептивную чувствительность;

3) *спинно-таламический путь (tractus spinothalamicus)*, проводит болевую, температурную и тактильную чувствительность;

4) *луковично-таламический путь (tractus bulbothalamicus)*, проводит сознательную проприоцептивную чувствительность;

5) *спинно-крышечный, спинно-преддверный путь и др.* (см. ранее – с. 34 и 36 соответственно).

Луковично-таламический путь образован большей частью (80 %) аксонов нейронов тонких и клиновидных ядер, следующих к зрительным буграм. Нервные волокна луковично-таламического пути переходят на противоположную сторону и получают название *внутренние дугообразные волокна (fibrae arcuatae internae)*. Последние в латеральных отделах продолговатого мозга начинают следовать рострально и образуют *медиальную петлю (lemniscus medialis)*. Нервные волокна медиальной петли направляются к ядрам промежуточной части зрительных бугров. Нервные волокна медиальной петли располагаются позади пирамид продолговатого мозга между оливами, за что получили название межоливного петлевого слоя. Медиальная петля проводит проприоцептивную чувствительность от шеи, туловища и конечностей.

В продолговатом мозге к медиальной петле присоединяются нервные волокна *спинномозговой петли (lemniscus spinalis)* и *тройничной петли (lemniscus trigeminalis)*.

Спинномозговая петля объединяет перекрещенные восходящие проводящие пути переднего и бокового канатиков спинного мозга и включает нервные волокна спинно-таламических, спинно-ретикулярных, спинно-крышечных, спинно-гипоталамических, спинно-луковичных и спинно-оливных путей. Спинномозговая петля проводит тактильную, температурную и болевую чувствительность от шеи, туловища и конечностей.

Тройничная петля представлена нервными волокнами, начинающимися на противоположной стороне, от чувствительных ядер тройничного нерва, и несёт тактильную, температурную и болевую чувствительность от кожи лица, конъюнктивы, слизистых оболочек полости носа и рта, а также проприоцептивную чувствительность от мышц головы.

Таким образом, совокупность восходящих путей всех видов общей чувствительности, направляющихся к ядрам зрительных бугров, получила название *лемнисковых путей*.

Нисходящими проводящими путями продолговатого мозга являются:

1) *корково-спинномозговой путь (tractus corticospinalis)*, обеспечивает сознательные сокращения скелетных мышц туловища и конечностей;

2) *корково-ядерный путь (tractus corticonuclearis)*, обеспечивает сознательные сокращения скелетных мышц головы и шеи;

3) *красноядерно-спинномозговой путь (tractus rubrospinalis)*, обеспечивает бессознательные сокращения скелетных мышц и поддержание их тонуса;

4) *ретикулярно-спинномозговой путь (tractus reticulospinalis)*, обеспечивает бессознательные сокращения скелетных мышц и поддержание их тонуса;

5) *крыше-спинномозговой путь (tractus tectospinalis)*, обеспечивает бессознательную синхронизацию сокращений скелетных мышц на световые и звуковые раздражители;

6) *преддверно-спинномозговой путь (tractus vestibulospinalis)*, обеспечивает регуляцию тонуса скелетных мышц в зависимости от положения тела в пространстве.

7) *промежточно-спинномозговой путь* (см. ранее – с. 33), *гипоталамо-спинномозговой путь* (см. ранее – с. 35) – *шовно-спинномозговой путь* и др. (см. ранее – с. 33 и 35).

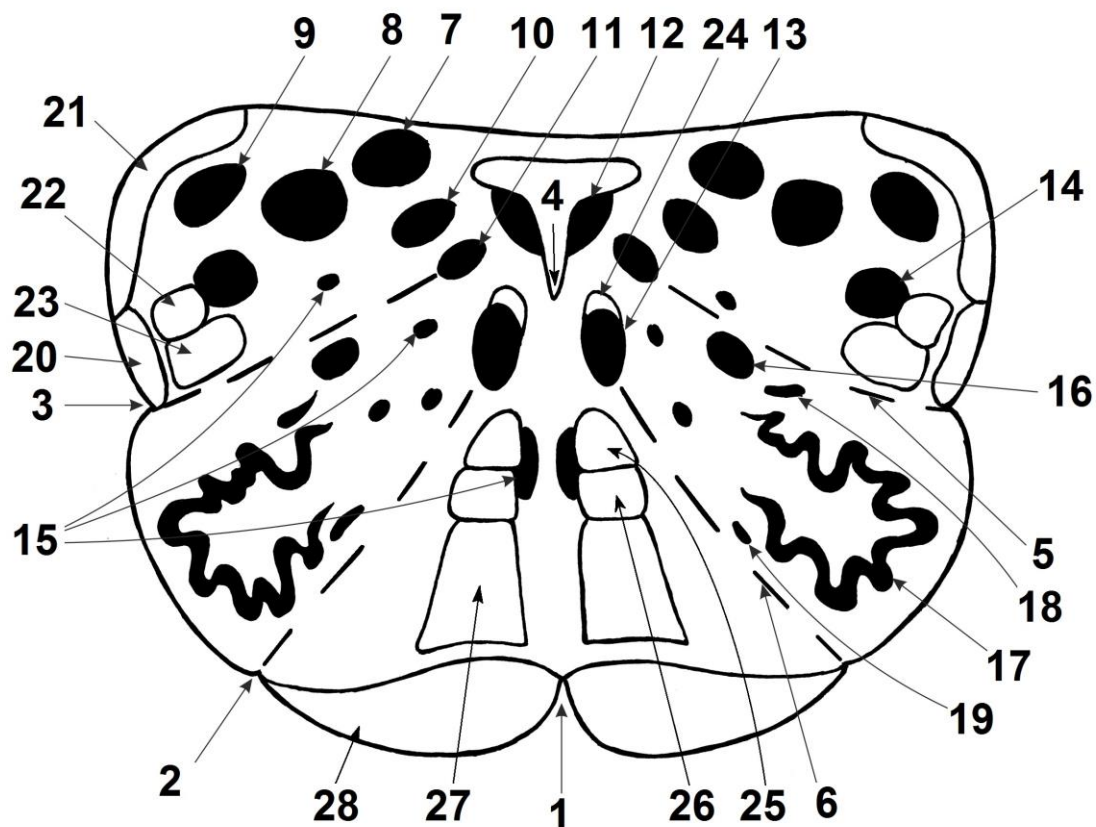


Рис. 4. Внутреннее макроскопическое строение продолговатого мозга (поперечный срез каудального отдела) (рисунок Ивановой В.В., 2020)

1. Передняя срединная щель (fissure mediana anterior)
2. Передняя боковая борозда (sulcus anterolateralis)
3. Позадиоливиная борозда (sulcus retroolivaris)
4. Срединная борозда ромбовидной ямки (sulcus medianus fossae rhomboidea)
5. Блуждающий нерв (nervus vagus)
6. Подъязычный нерв (nervus hypoglossus)
7. Тонкое ядро (nucleus gracilis)
8. Клиновидное ядро (nucleus cuneatus)
9. Добавочное клиновидное ядро (nucleus cuneatus accessorius)
10. Ядро одиночного пути (nucleus tractus solitarii)
11. Заднее ядро блуждающего нерва (nucleus dorsalis nervi vagi)
12. Заднее поле продолговатого мозга (area postrema)
13. Ядро подъязычного нерва (nucleus nervi hypoglossi)
14. Спинномозговое ядро тройничного нерва (nucleus spinalis nervi trigemini)
15. Ретикулярная формация продолговатого мозга (formation reticularis bulbi cerebri)
16. Двойное (двойное, тройное) ядро (nucleus ambiguus)
17. Главное оливиное ядро (nucleus olivaris principalis)
18. Латеральное добавочное оливиное ядро (nucleus olivaris accessorius lateralis)

19. Медиальное добавочное оливное ядро (nucleus olivaris accessorius medialis)
20. Передний спинно-мозжечковый путь (tractus spinocerebellaris anterior)
21. Задний спинно-мозжечковый путь (tractus spinocerebellaris posterior)
22. Красноядерно-спинномозговой путь (tractus rubrospinalis)
23. Спинно-таламический путь (tractus spinothalamicus)
24. Гипоталамо-спинномозговой путь (tractus hypothalamospinalis)
25. Медиальный продольный пучок (fasciculus longitudinalis medialis)
26. Крыше-спинномозговой путь (tractus tectospinalis)
27. Медиальная петля (lemniscus medialis)
28. Кортиково-спинномозговой путь (tractus corticospinalis)

Функции продолговатого мозга:

1. Проводниковая – продолговатый мозг является отделом головного мозга, через который следуют восходящие и нисходящие проводящие пути, связывающие спинной мозг и головной мозг.
2. Рефлекторная – в продолговатом мозге расположены центры защитных (кашель, чиханье, мигание, слезоотделение, рвота) и пищевых (сосание, глотание, секретиции пищеварительных желёз) рефлексов, а также центр сердечной деятельности, сосудодвигательный, дыхательный, пищевой и мочевыделительный центры.

Контрольные вопросы

1. Где располагается продолговатый мозг?
2. Назовите границу между продолговатым и спинным мозгом.
3. Назовите границы между продолговатым мозгом и мостом.
4. Какие структуры видны на вентральной поверхности продолговатого мозга?
5. Какие структуры видны на дорсальной поверхности продолговатого мозга?
6. Ядра каких черепных нервов локализируются в продолговатом мозге?
7. Корешки каких черепных нервов покидают продолговатый мозг через переднюю боковую борозду?
8. Корешки каких черепных нервов покидают продолговатый мозг в области позадиоливной борозды?
9. Какие проводящие пути относятся к коротким нервным волокнам продолговатого мозга?
10. Какие структуры связывают продолговатый мозг с мозжечком?

11. Какие проводящие пути относятся к длинным нервным волокнам продолговатого мозга?
12. Чем образованы пирамиды продолговатого мозга?
13. Что такое медиальная петля и как она формируется?
14. Что такое ретикулярная формация?
15. Какие функции выполняют ретикулярные ядра продолговатого мозга?

Тестовые задания

Выберите один правильный ответ.

1. В СЕРОМ ВЕЩЕСТВЕ ПРОДОЛГОВАТОГО МОЗГА НАХОДЯТСЯ ЯДРА СЛЕДУЮЩИХ ЧЕРЕПНЫХ НЕРВОВ
 - a) с V по VIII
 - b) с III по IV
 - c) с I по II
 - d) с IX по XII
2. ПРОДОЛГОВАТЫЙ МОЗГ КРАНИАЛЬНО ГРАНИЧИТ
 - a) с промежуточным мозгом
 - b) со средним мозгом
 - c) с мостом
 - d) с мозжечком
3. ПИРАМИДЫ ПРОДОЛГОВАТОГО МОЗГА ЛОКАЛИЗУЮТСЯ
 - a) на его боковой поверхности
 - b) на его задней поверхности
 - c) на его передней поверхности
 - d) в месте перехода продолговатого мозга в мост
4. В ПИРАМИДАХ ПРОДОЛГОВАТОГО МОЗГА СЛЕДУЮТ
 - a) корково-спинномозговые пути
 - b) крыше-спинномозговой путь
 - c) краснаядерно-спинномозговой путь
 - d) ретикулярно-спинномозговой путь
5. ЖИЗНЕННО ВАЖНЫЕ ЦЕНТРЫ, КОТОРЫЕ НАХОДЯТСЯ В ПРОДОЛГОВАТОМ МОЗГЕ, – ЭТО
 - a) ассоциативный центр зрения
 - b) дыхательный и сосудодвигательный центры
 - c) центр слуха и равновесия
 - d) центр обоняния

6. ЖИЗНЕННО ВАЖНЫЕ ЦЕНТРЫ ПРОДОЛГОВАТОГО МОЗГА ОБРАЗОВАНЫ

- a) пирамидами продолговатого мозга
- b) нижним оливарным комплексом
- c) ядрами ретикулярной формации
- d) мозговыми полосками

7. МЕДИАЛЬНУЮ ПЕТЛЮ ФОРМИРУЮТ

- a) наружные дугообразные волокна
- b) внутренние дугообразные волокна
- c) ретикулярно-спинномозговой путь
- d) корково-спинномозговые пути

8. ЛУКОВИЧНО-МОЗЖЕЧКОВЫЙ ПУТЬ ОБРАЗОВАН

- a) наружными дугообразными волокнами
- b) внутренними дугообразными волокнами
- c) нервыми волокнами спинномозговой петли
- d) нервыми волокнами тройничной петли

9. ПРОДОЛЖЕНИЕМ В ПРОДОЛГОВАТЫЙ МОЗГ ЗАДНИХ РОГОВ СПИННОГО МОЗГА ЯВЛЯЕТСЯ

- a) медиальный продольный пучок
- b) пирамиды продолговатого мозга
- c) главное оливарное ядро
- d) заднее поле продолговатого мозга

10. ПУЧКИ, ЛОКАЛИЗУЮЩИЕСЯ НА ДОРСАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРОДОЛГОВАТОГО МОЗГА,

- a) Ашоффа–Тавара
- b) Говерса и Флексига
- c) Голля и Бурдаха
- d) Гиса

ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ:

1	d
2	c
3	a
4	a
5	b

6	c
7	b
8	a
9	d
10	c

Мост

Развитие моста

Закладка моста формируется из вентральной части заднего мозгового пузыря. Развитие моста филогенетически связано с совершенствованием связи между конечным мозгом и мозжечком, обусловленной усложнением движений организма.

Макроскопическое строение моста

Внешнее макроскопическое строение моста

Мост (pons, варолиев мост) – это отдел головного мозга, который краниально граничит со средним мозгом, а каудально – с продолговатым мозгом. На передней поверхности ствола головного мозга мост отделён от ножек мозга выраженной поперечной бороздой – мосто-среднемозговой бороздой. От продолговатого мозга мост отделён поперечной луковично-мостовой бороздой.

Мост является частью ствола головного мозга и образует роstralную часть ромбовидного мозга. Самой верхней (передней) частью моста является перешеек ромбовидного мозга, который граничит со средним мозгом. Латерально мост переходит в средние ножки мозжечка. Мост вместе с продолговатым мозгом располагается на скате черепа.

Из моста выходят тройничный (V), отводящий (VI), лицевой (VII) и преддверно-улитковый (VIII) черепные нервы. Продольная линия, соединяющая места выхода тройничного и лицевого нервов, получила название тройнично-лицевой линии. Корешки отводящего, лицевого и преддверно-улиткового черепных нервов выходят из луковично-мостовой борозды.

Мост имеет две поверхности – вентральную и дорсальную. Вентральная поверхность моста хорошо видна на основании мозга и имеет *основную борозду (sulcus basilaris)*. На вентральной поверхности моста хорошо выражена поперечная исчерченность, обусловленная ходом нервных волокон из моста в мозжечок.

Дорсальная поверхность моста обращена в полость четвёртого желудочка мозга и формирует верхние 2/3 ромбовидной ямки. Дорсальная поверхность моста прикрыта верхним мозговым парусом и мозжечком. Вместе с дорсальной поверхностью продолговатого

мозга дорсальная поверхность моста образует ромбовидную ямку – дно четвёртого желудочка мозга.

Внутреннее макроскопическое строение моста

Мост образован серым (ядра) и белым (проводящие пути) веществом (рис. 5).

На поперечном срезе моста выявляется большая передняя (вентральная) часть – *основание (basis)* и меньшая задняя (дорсальная) часть – *покрышка (tegmentum) моста*. Границей между ними служит слой нервных волокон, следующих поперёк моста и получивших название *трапецевидного тела (corpus trapezoideum)*. Трапецевидное тело образовано нервными волокнами нейронов улитковых ядер.

В покрышке моста локализованы ретикулярные ядра, верхний оливный комплекс, ядра тройничного, отводящего, лицевого и преддверно-улиткового черепных нервов. Белое вещество покрышки моста представлено нисходящими и восходящими проводящими путями.

В основании моста локализованы продольные и поперечные нервные волокна, а также собственные ядра моста

Серое вещество моста

1. *Переднее (вентральное) улитковое ядро (nucleus cochlearis anterior) и заднее (дорсальное) улитковое ядро (nucleus cochlearis posterior)* – располагаются в латеральных отделах покрышки моста. Нервные волокна от нейронов этих ядер образуют латеральную петлю, которая является боковым и роstralным продолжением трапецевидного тела.

2. В латеральных отделах покрышки моста располагаются преддверные ядра (по 4 штуки с каждой стороны): *переднее (верхнее) преддверное ядро (nucleus vestibularis superior, ядро Бехтерева), заднее (нижнее) преддверное ядро (nucleus vestibularis inferior, ядро Роллера), боковое преддверное ядро (nucleus vestibularis lateralis, ядро Дейтерса), среднее преддверное ядро (nucleus vestibularis medialis, ядро Швальбе)*. Аксоны нейронов преддверных ядер направляются к мозжечку, зрительному бугру, нижнему оливному комплексу и спинному мозгу.

3. *Верхний оливный комплекс (complexus olivarius superior) (верхнее оливное ядро, заднее ядро трапецевидного тела) –*

группа ядер, локализованная позади трапециевидного тела на уровне боковых отделов моста. В верхнем оливном комплексе выделяют *латеральное верхнее оливное ядро (nucleus olivaris superior lateralis)*, *медиальное верхнее оливное ядро (nucleus olivaris superior medialis)*, а также *латеральное и медиальное перилоливные ядра (nuclei preolivaris)*. Ядра верхнего оливного комплекса являются подкорковыми слуховыми центрами.

4. *Переднее, латеральное и медиальное ядра трапециевидного тела (nuclei corporis trapezoidei)* располагаются между нервными волокнами трапециевидного тела и являются подкорковыми слуховыми ядрами.

5. *Ядра латеральной петли (nuclei lemnisci lateralis)* располагаются между нервными волокнами латеральной петли и являются подкорковыми слуховыми ядрами.

6. *Собственные ядра моста (nuclei pontis)* локализованы в основании моста между продольными и поперечными нервными волокнами. От собственных ядер моста начинаются поперечные нервные волокна, формирующие мосто-мозжечковые пути.

7. *Ретикулярные ядра (nuclei reticulares)* моста локализируются в срединной, медиальной и латеральной зонах.

Верхние и нижние центральные ядра шва называют мостовыми ядрами шва, они локализируются в краниальной и каудальной части моста, соответственно.

Голубое пятно (locus coeruleus) – это парная область ромбовидной ямки на уровне моста, в которой перивентрикулярно располагается несколько ядер ретикулярной формации. Ядра голубого пятна образованы пигментированными норадренергическими нейронами. Восходящие нервные волокна от нейронов ядер голубого пятна проецируются на нейроны ядер подбугорной области, ядер миндалевидного тела, ядер прозрачной перегородки, ядер полосатого тела, а также на морского конька и кору мозжечка. Нисходящие нервные волокна следуют в спинной мозг к мотонейронам передних рогов, к вегетативным ядрам боковых рогов, а также к ядрам задних рогов.

8. *Ядро лицевого нерва (nucleus nervi facialis)* – это круглое соматическое двигательное (соматомоторное) ядро, которое располагается в каудальном отделе моста.

9. *Ядро отводящего нерва (nucleus nervi abducens)* – это округлое соматическое двигательное (соматомоторное) ядро, расположенное медиальнее ядра лицевого нерва.

10. *Верхнее слюноотделительное ядро (nucleus salivatorius superior)* – вегетативное двигательное ядро, расположенное кпереди от ядра отводящего нерва.

11. *Двигательное ядро тройничного нерва (nucleus motorius nervi trigemini) или жевательное ядро* – это продолговатое соматическое двигательное (соматомоторное) ядро тройничного нерва, расположенное в медиальном отделе покрышки моста.

12. *Мостовое ядро тройничного нерва (nucleus principalis nervi trigemini)* – соматическое чувствительное ядро тройничного нерва в дорсо-латеральной части моста. Ядро участвует в передаче тонкой, точной тактильной чувствительности от кожи лица, конъюнктивы, роговицы и слизистых оболочек полости носа и рта. Аксоны нейронов мостового ядра тройничного нерва вносят вклад в формирование тройнично-таламического пути.

Белое вещество моста

Проводящие пути основания моста разделяют на продольные и поперечные волокна моста.

Продольные волокна моста (fibrae pontis longitudinales) представлены проводящими путями, идущими от коры конечного мозга к ядрам черепных нервов моста (*tractus corticonuclearis*), к собственным ядрам моста (*tractus corticopontinus*) и ядрам передних рогов спинного мозга (*tractus corticospinalis*).

Поперечные волокна моста (fibrae pontis transversus) образуют *мосто-мозжечковые пути (tractus ponto-cerebellaris)*, следующие от собственных ядер моста к коре мозжечка. Поперечно идущие нервные волокна моста, следующие контрлатерально, пересекаются в срединной сагиттальной плоскости, образуя *шов моста (raphe pontis)*.

Мост является связующим звеном между корой конечного мозга и корой мозжечка. Кортиково-мостовые волокна пирамидных путей (продольные волокна моста) следуют к нейронам собственных ядер моста, аксоны которых формируют мосто-мозжечковые пути (поперечные волокна моста). Мосто-мозжечковые пути направляются в составе средних ножек мозжечка к коре мозжечка. Мост наиболее

выражен в головном мозге человека в связи с тем, что кора конечного мозга у него достигает максимального развития.

Проводящие пути покрышки моста представлены восходящими и нисходящими нервными волокнами.

Нисходящими путями моста являются:

1. *Средний преддверно-спинномозговой путь (tractus vestibulospinalis medialis)* – начинается от нейронов бокового и среднего преддверных ядер и входит в состав медиального продольного пучка (*fasciculus longitudinalis medialis*) – участвует в регуляции сочетанного поворота головы и глаз.

2. *Боковой преддверно-спинномозговой путь (tractus vestibulospinalis lateralis)* – начинается от бокового и нижнего преддверных ядер и заканчивается на нейронах ядер передних рогов спинного мозга.

3. *Спинномозговой путь голубого пятна (tractus caeruleospinalis)* – начинается от ядер голубого пятна.

4. *Преддверно-мозжечковый путь (tractus vestibulocerebellaris)* – начинается от верхнего, бокового и среднего преддверных ядер и следует в кору клочково-узелковой доли мозжечка.

5. *Преддверно-оливный путь (tractus vestibuloolivaris)* – от нижнего преддверного ядра берут начало нервные волокна, которые следуют к ядрам нижнего оливного комплекса.

Транзитом через покрышку моста проходят нисходящие пути: гипоталамо-спинномозговой, крыше-луковичный, крыше-спинномозговой, краснойдерно-спинномозговой и др.

В покрышке моста проходят волокна восходящих проводящих путей: медиальной, спинномозговой и тройничной петель, передний спинно-мозжечковый путь. От верхнего, бокового и среднего преддверных ядер начинается *преддверно-таламический путь (tractus vestibulothalamicus)* к ядрам зрительного бугра. На уровне моста формируются волокна латеральной петли.

Латеральная (слуховая) петля (lemniscus lateralis) состоит из перекрещивающихся и неперекрещивающихся нервных волокон улитковых ядер и является частью слухового проводящего пути.

Нервные волокна заднего улиткового ядра следуют дорсально, выходят на поверхность ромбовидной ямки в области её боковых углов и направляются к срединной борозде, образуя *мозговые полоски (striae medullares)*. В области срединной борозды нервные волокна заднего улиткового ядра начинают погружаться в покрышку

моста и следуют контрлатерально в составе трапециевидного тела к ядрам трапециевидного тела или ядрам латеральной петли.

Нервные волокна переднего улиткового ядра следуют в покрышке моста впереди медиальной петли, преимущественно на противоположную сторону, образуя трапециевидное тело, и направляются к ядрам трапециевидного тела или ядрам латеральной петли.

Некоторые нервные волокна от передних улитковых ядер следуют к дорсальному и вентральному ядрам трапециевидного тела своей стороны.

Единожды прервавшись в указанных ядрах, нервные волокна от переднего и заднего улитковых ядер начинают восходить в составе латеральной петли к ядрам нижних холмиков крыши среднего мозга.

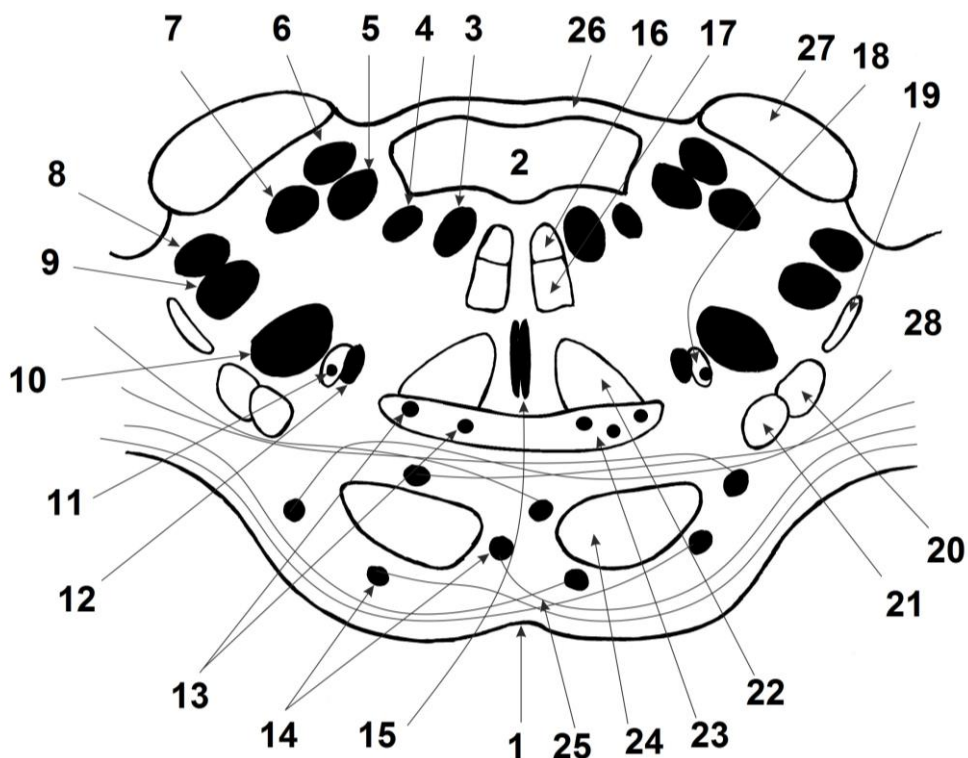


Рис. 5. Внутреннее макроскопическое строение моста (поперечный срез каудального отдела) (рисунок Ивановой В.В., 2020)

1. Основная борозда (sulcus basilaris)
2. Четвёртый желудочек (ventriculus quartus)
3. Ядро отводящего нерва (nucleus nervi abducens)
4. Среднее преддверное ядро (nucleus vestibularis inferior)
5. Верхнее слюноотделительное ядро (nucleus salivatorius superior)
6. Верхнее преддверное ядро (nucleus vestibularis superior)
7. Боковое преддверное ядро (nucleus vestibularis lateralis)
8. Мостовое ядро тройничного нерва (nucleus pontinus nervi trigemini)
9. Двигательное ядро тройничного нерва (nucleus motorius nervi trigemini)
10. Двигательное ядро лицевого нерва (nucleus motorius nervi facialis)

11. Ядра латеральной петли (nuclei lemnisci lateralis)
12. Верхнее оливное ядро (nucleus olivaris superior)
13. Ядра трапециевидного тела (nuclei corporis trapezoidei)
14. Собственные ядра моста (nucleus proprius pontis)
15. Ретикулярная формация моста (formation reticularis pontis)
16. Медиальный продольный пучок (fasciculus longitudinalis medialis)
17. Крыше-спинномозговой путь (tractus tectospinalis)
18. Латеральная петля (lemniscus lateralis)
19. Передний спинно-мозжечковый путь (tractus spinocerebellaris anterior)
20. Спинно-таламический путь (tractus spinothalamicus)
21. Краснаядерно-спинномозговой путь (tractus rubrospinalis)
22. Медиальная петля (lemniscus medialis)
23. Трапециевидное тело (corpus trapezoideum)
24. Кортико-спинномозговой путь (tractus corticospinalis)
25. Мосто-мозжечковые пути (tractus ponto-cerebellaris)
26. Верхний мозговой парус (velum medullare superius)
27. Верхние ножки мозжечка (pedunculus cerebellaris superior)
28. Средние ножки мозжечка (pedunculus cerebellaris medius)

Перешеек ромбовидного мозга (isthmus rhombencephali) является самой роstralной частью моста и ромбовидного мозга, самой узкой частью ствола головного мозга. Структуры перешейка ромбовидного мозга представлены на задней поверхности моста. Перешеек ромбовидного мозга включает: верхние ножки мозжечка, верхний мозговой парус и треугольник петли (латеральной петли).

Верхние ножки мозжечка (pedunculus cerebellaris superior) представляют собой два округлых сплюснутых тяжа, которые выходят из мозжечка и, достигнув заднего края крыши среднего мозга, соприкасаются друг с другом. Верхние ножки мозжечка образуют верхнелатеральные края ромбовидной ямки. Между верхними ножками мозжечка находится верхний мозговой парус, который покрыт сверху сросшимся с ним язычком мозжечка.

Треугольник петли (trigonum lemniscus lateralis) – парная треугольная область, расположенная между нижними холмиками крыши среднего мозга, верхними ножками мозжечка и ножками мозга. В треугольнике петли проходят нервные волокна латеральной петли. Заднелатеральную границу треугольника петли образуют верхние ножки мозжечка, верхнюю границу образуют нижние холмики крыши среднего мозга. От области между правым и левым нижними холмиками крыши среднего мозга берет начало уздечка верхнего мозгового паруса, которая вплетается в верхний мозговой парус.

Верхний мозговой парус (velum medullare superius) образует верхнюю стенку перешейка ромбовидного мозга и представляет собой непарную четырёхугольную пластинку, образованную белым веществом, расположенную между верхними ножками мозжечка. Впереди верхний мозговой парус соединяется с нижними холмиками крыши среднего мозга и с задними краями треугольников петли. Сзади верхний мозговой парус переходит в белое вещество верхнего червя мозжечка, латерально – в верхние ножки мозжечка. Верхний мозговой парус образует самую верхнюю часть крыши четвёртого желудочка мозга. По сторонам от уздечки верхнего мозгового паруса из него выходят стволы блоковых нервов (IV). В верхнем мозговом парусе происходит перекрест блоковых нервов.

Функции моста

1. Проводниковая функция – через мост проходят волокна в продольном и поперечном направлении.
2. Рефлекторная – регуляция деятельности внутренних органов, сосудов и соматических структур головы и шеи.

Контрольные вопросы

1. Какие структуры относятся к стволу мозга?
2. Из какого мозгового пузыря развивается мост?
3. С какими отделами головного мозга граничит мост?
4. Ядра каких черепных нервов локализованы в мосте?
5. Какие черепные нервы выходят из моста?
6. Какие отделы ствола головного мозга участвуют в образовании дна четвёртого желудочка мозга?
7. Что такое латеральная петля и как она формируется?
8. Где локализовано и чем образовано трапециевидное тело?
9. Назовите продольные волокна моста.
10. Назовите поперечные волокна моста.
11. Что такое шов моста?
12. Перечислите, какие пути формируют аксоны нейронов преддверных ядер моста.
13. Охарактеризуйте ретикулярную формацию моста.
14. Где находится перешеек ромбовидного мозга?
15. Охарактеризуйте структуры, входящие в состав перешейка ромбовидного мозга.

Тестовые задания

Выберите один правильный ответ.

1. ОСНОВНАЯ БОРОЗДА НАХОДИТСЯ
 - a) на вентральной поверхности моста
 - b) на дорсальной поверхности моста
 - c) в покрышке моста
 - d) на латеральной поверхности моста

2. В ОБРАЗОВАНИИ ТРАПЕЦИЕВИДНОГО ТЕЛА ПРИНИМАЮТ УЧАСТИЕ СЛЕДУЮЩИЕ СТРУКТУРЫ:
 - a) крыше-спинномозговой путь
 - b) спинно-мозжечковый путь
 - c) слуховые волокна, образующие латеральную петлю
 - d) дугообразные волокна, образующие медиальную петлю

3. В ОБРАЗОВАНИИ ЛАТЕРАЛЬНОЙ ПЕТЛИ ПРИНИМАЮТ УЧАСТИЕ
 - a) волокна переднего спинно-мозжечкового пути
 - b) нервные волокна улитковых ядер
 - c) нервные волокна преддверных ядер
 - d) наружные дугообразные волокна

4. В МОСТУ РАСПОЛАГАЮТСЯ ЯДРА СЛЕДУЮЩИХ ЧЕРЕПНЫХ НЕРВОВ
 - a) с V по VIII
 - b) с III по VI
 - c) с I по II
 - d) с IX по XII

5. В ОСНОВАНИИ МОСТА РАСПОЛАГАЮТСЯ СЛЕДУЮЩИЕ ЯДРА
 - a) улитковые ядра
 - b) вестибулярные ядра
 - c) ядра V-VIII черепных нервов
 - d) собственные ядра моста

6. В ОСНОВАНИИ МОСТА СЛЕДУЮТ
 - a) вестибуло-мозжечковые пути
 - b) медиальный продольный пучок
 - c) корково-спинномозговые пути
 - d) лемнисковые пути

7. В ОБРАЗОВАНИИ РОМБОВИДНОЙ ЯМКИ ПРИНИМАЕТ УЧАСТИЕ

- a) дорсальная поверхность моста
- b) вентральная поверхность моста
- c) латеральная поверхность моста
- d) основание моста

8. ПОПЕРЕЧНЫЕ ВОЛОКНА МОСТА ПРЕДСТАВЛЕНЫ СЛЕДУЮЩИМИ НЕРВНЫМИ ВОЛОКНАМИ

- a) корково-спинномозговыми
- b) мосто-мозжечковыми
- c) спинно-мозжечковыми
- d) спинно-таламическими

9. МОСТО-МОЗЖЕЧКОВЫЕ ПУТИ СЛЕДУЮТ В СОСТАВЕ

- a) верхних ножек мозжечка
- b) средних ножек мозжечка
- c) нижних ножек мозжечка
- d) ножек мозга

10. СТРУКТУРОЙ ПЕРЕШЕЙКА РОМБОВИДНОГО МОЗГА ЯВЛЯЕТСЯ

- a) верхний мозговой парус
- b) нижний мозговой парус
- c) луковично-мостовая борозда
- d) нижние холмики четверохолмия

Эталоны ответов:

1	a
2	c
3	b
4	a
5	d
6	c
7	a
8	b
9	b
10	a

Мозжечок (малый мозг)

Развитие мозжечка

Мозжечок развивается из дорсальной части заднего мозгового пузыря. Филогенетически развитие мозжечка связано с усложнением движений организма и усилением его мобильности, появлением конечностей и необходимостью координации движений мышц туловища и конечностей. Мозжечок впервые обнаруживается у животных, относящихся к классу круглоротых, в виде утолщения крыши заднего мозга. У рыб в мозжечке появляется непарная срединная и парные ушковидные части. У пресмыкающихся и птиц в связи усложнением движений, но примитивным строением конечностей, развивается, главным образом, непарная часть, которая получает название червя мозжечка, тогда как ушковидные части развиваются незначительно. У млекопитающих впервые появляются полушария мозжечка. Мозжечок достигает максимального развития у человека в связи с прямохождением и усложнением движений конечностей, особенно верхних конечностей, с которыми связана трудовая деятельность человека.

Макроскопическое строение мозжечка

Внешнее макроскопическое строение мозжечка

Мозжечок (cerebellum) – это отдел головного мозга, который является дорсальной частью заднего мозга и располагается в задней черепной ямке над мостом и под затылочными долями полушарий конечного мозга. Мозжечок отделён от нижней поверхности затылочных долей полушарий конечного мозга *поперечной щелью мозга (fissure transversa cerebri)*, в которую проникает отросток твёрдой мозговой оболочки – *палатка (намёт) мозжечка (tentorium cerebelli)*. Спереди от мозжечка располагаются мост и продолговатый мозг. Мозжечок связан со структурами ствола мозга тремя парами ножек мозжечка.

Мозжечок человека имеет поперечный размер – 9–10 см, передне-задний размер – 3 см, массу – 120-150 г.

Мозжечок состоит из двух боковых частей – *полушарий (hemispherium cerebelli)*, непарной части – *червя (vermis cerebelli)* и трёх пар ножек. В мозжечке выделяют верхнюю и нижнюю поверхности,

границами между которыми являются передний и задний края мозжечка.

Две параллельные борозды, следующие в сагиттальных плоскостях, ограничивают червь мозжечка и отделяют его от полушарий мозжечка.

В срединной сагиттальной плоскости определяются передняя и задняя вырезки мозжечка.

Передняя вырезка располагается на переднем крае мозжечка, который становится доступным для обозрения после отделения мозжечка от ствола головного мозга. Передняя вырезка не глубокая, охватывает ствол головного мозга.

Задняя вырезка располагается на заднем крае мозжечка. Задняя вырезка узкая и более глубокая, разделяет полушария мозжечка.

Наиболее выступающие участки мозжечка латеральнее передней и задней вырезок получают название углов мозжечка. Различают передний, задний и боковые углы.

На переднем крае мозжечка имеется конусовидное слепое углубление, вершина которого вдаётся вглубь мозжечка. Это углубление получило название *верхушки шатра (apex fastigii)*. От вершины шатра к боковым углублениям ромбовидной ямки тянутся правый и левый углы шатра.

Поверхность полушарий и червя мозжечка имеет сложный рельеф, представленный узкими извилинами, разделёнными бороздами. Извилины мозжечка получают название *листочков мозжечка (folia cerebelli)* и имеют вид дугообразно изогнутых полосок, толщина которых не превышает 1,5–2 мм.

Группа листочков мозжечка, отделённая от других более глубокой бороздой, получает название *дольки мозжечка (lobulus cerebelli)*. Одноимённые дольки обоих полушарий ограничиваются одной и той же бороздой, которая через червь мозжечка переходит с одного полушария мозжечка на другое. Одноимённым долькам обоих полушарий соответствует определённая долька червя. Дольки мозжечка отделены друг от друга постоянными и глубокими бороздами, получившими название *щелей мозжечка (fissurae cerebelli)*.

Самая глубокая борозда мозжечка получает название *горизонтальной щели мозжечка (fissura horizontalis cerebelli)*, она следует параллельно и несколько выше заднего края мозжечка. Отдел червя мозжечка, расположенный выше горизонтальной щели мозжечка,

получает название верхний червь, тогда как отдел червя мозжечка, лежащий ниже горизонтальной щели, – нижний червь.

На нижней поверхности мозжечка имеется вдавление, соответствующее продолговатому мозгу, получившее название *долинки мозжечка (vallecula cerebelli)*. На дне долины мозжечка располагается нижний червь.

Дольки мозжечка принято объединять в *доли мозжечка (lobus cerebelli)*. В каждой полушарии мозжечка выделяют переднюю, заднюю и клочково-узелковую доли (табл. 1)

Таблица 1

Поверхности, доли и дольки мозжечка человека

Поверхности мозжечка	Доли мозжечка	Дольки червя	Дольки полушарий мозжечка
Верхняя	Передняя	язычок (<i>lingula</i>)	уздечка язычка (<i>vinculum linguale</i>)
		центральная долька (<i>lobulus centralis</i>)	крыло центральной дольки (<i>ala lobuli centralis</i>)
		верхушка (<i>culmen</i>)	передняя четырехугольная долька (<i>lobulus quadrangularis anterior</i>)
		скат (<i>declive</i>)	задняя четырехугольная долька (<i>lobulus quadrangularis posterior</i>)
Нижняя	Задняя	лист червя (<i>folium vermis</i>)	верхняя полулунная долька (<i>lobulus semilunaris superior</i>)
		бугор червя (<i>tuber vermis</i>)	нижняя полулунная долька (<i>lobulus semilunaris inferior</i>)
			тонкая долька (<i>lobulis gracilis</i>)
		пирамида (<i>pyramis</i>)	двубрюшная долька (<i>lobulus biventer</i>)
	втулочка (<i>uvula</i>)	миндалина (<i>tonsilla</i>)	
Клочково-узелковая		узелок (<i>nodulus</i>)	кочок (<i>flocculus</i>)

Наиболее изолированная долька полушарий мозжечка – кочок, связан с узелком ножкой кочка, которая медиально переходит в тонкую пластинку – нижний мозговой парус.

Внутреннее макроскопическое строение мозжечка

В мозжечке выделяют серое и белое вещество. Серое вещество формирует кору (экранное серое вещество) и ядра (ядерное серое вещество) мозжечка.

Ядра мозжечка представлены четырьмя парами ядер.

1. *Ядро шатра (nucleus fastigii), медиальное ядро мозжечка (nucleus medialis cerebelli)* – это самое медиальное ядро овальной формы, которое располагается на вершине шатра в белом веществе червя. Ядро шатра является подкорковым вестибулярным ядром.

2. *Шаровидное ядро (nucleus globosus), заднее межпозиционное ядро (nucleus interpositus posterior)* – располагается латеральнее ядра шатра и представлено группой мелких круглых ядер.

3. *Пробковидное ядро (nucleus emboliformis), переднее межпозиционное ядро (nucleus interpositus anterior)* – располагается латеральнее шаровидного ядра и представлено ядром продолговатой формы.

Шаровидные и пробковидные ядра у человека часто объединяют под названием промежуточные ядра, которые осуществляют координацию движений туловища.

4. *Зубчатое ядро (nucleus dentatus), латеральное ядро (nucleus lateralis cerebelli)* – это самое латеральное ядро, расположенное в белом веществе полушарий. Зубчатое ядро имеет вид подковообразной серой гофрированной пластинки. Зубчатое ядро ответственно за координацию движений конечностей и связано с основным оливным ядром посредством нервных волокон мозжечково-оливного пути. Каждый изгиб зубчатого ядра связан с аналогичным изгибом главного оливного ядра нервными волокнами мозжечково-оливного пути нижних ножек мозжечка.

Кора мозжечка располагается на поверхности полушарий и червя мозжечка.

Белое вещество мозжечка – *мозговое тело (corpus medullare)* – на разрезе имеет вид ветвящихся линий, которые следуют к листкам мозжечка, оно получает название *древо жизни (arbor vitae)*.

Нервные волокна мозжечка представлены ассоциативными (связывают листки мозжечка в пределах полушария), комиссуральными (связывают аналогичные листки правого и левого полушарий) и проекционными (обеспечивают двустороннюю связь мозжечка с другими структурами головного и спинного мозга).

Все афферентные нервные волокна проникают в мозжечок через его ножки и следуют в кору мозжечка⁷. Из коры мозжечка информация направляется в ядра мозжечка⁸. Связь коры и ядер мозжечка осуществляется посредством аксонов ганглионарных нейронов. От нейронов ядер мозжечка берут начало эфферентные проекционные нервные волокна, которые покидают мозжечок и направляются к различным структурам экстрапирамидной системы (красные ядра, основные оливные ядра, ретикулярные ядра и др.).

Проекционные проводящие пути мозжечка образованы нервными волокнами, формирующими три пары ножек мозжечка: верхние, средние и нижние. Верхние ножки мозжечка связывают мозжечок со средним мозгом. Наиболее выражены средние ножки мозжечка, которые связывают мозжечок с мостом. Наименее выражены нижние ножки мозжечка, связывающие мозжечок с продолговатым мозгом.

Верхние ножки мозжечка (pedunculus cerebellaris superior) содержат нервные волокна, идущие в обоих направлениях. От нейронов зубчатого ядра нервные волокна направляются к нейронам ядер холмиков крыши среднего мозга – *мозжечково-тектальный путь (tractus cerebellotectalis)*, к красным ядрам – *мозжечково-красноядерный путь (tractus cerebellorubralis)* или *мозжечково-покрышечный (tractus cerebello-tegmentalis)* и зрительным буграм – *мозжечково-бугорный путь (tractus cerebellothalamicus)*. Верхние ножки мозжечка также содержат *передний спинно-мозжечковый путь (tractus spinocerebellaris anterior)*, следующий к коре мозжечка. По медиальному краю верхних ножек мозжечка прикрепляется верхний мозговой парус.

Средние ножки мозжечка (pedunculus cerebellaris medius) содержат *мосто-мозжечковый путь (tractus pontocerebellaris)*, связывающий собственные ядра моста с корой мозжечка.

Нижние ножки мозжечка (pedunculus cerebellaris inferior) включают в себя: *оливо-мозжечковый путь (tractus olivocerebellaris)*, *задний спинно-мозжечковый путь (tractus spinocerebellaris posterior)*, *преддверно-мозжечковый путь (tractus vestibulocerebellaris)*, а также *наружные дугообразные волокна (fibrae arcuatae externae)*, соеди-

⁷ Исключение составляет часть афферентных преддверных нервных волокон, которая направляется к ядру шатра, минуя кору мозжечка. Это объясняется тем, что ядро шатра является сместившимся из моста в мозжечок преддверным ядром.

⁸ Исключение составляет кора клочково-узловой зоны, которая связана с латеральным преддверным ядром.

няющие нейроны тонкого и клиновидного ядер продолговатого мозга с корой мозжечка. Нервные волокна преддверно-мозжечкового пути связывают преддверные ядра моста с ядрами шатра. От ядра шатра к боковому преддверному ядру в нижних ножках мозжечка следует мозжечково-преддверный путь (*tractus cerebellovestibularis*).

Мозжечок можно разделить на 3 отдела, в зависимости от филогенетического возраста и источника поступающей в него афферентной информации. Каждый отдел включает участок коры мозжечка и соответствующие ей ядра мозжечка.

Древний отдел мозжечка (палеоцеребеллум, вестибулоцеребеллум) включает кору узелка и клочков (клочково-узелковая зона), а также связанные с ней ядра шатра. В коре древнего отдела мозжечка заканчиваются нервные волокна от преддверных ядер ствола головного мозга. Древний отдел мозжечка отвечает за регуляцию тонуса мышц, которые обеспечивают поддержание равновесия в покое и при движении.

Старый отдел мозжечка (архецеребеллум, спинноцеребеллум) - включает кору червя и связанные с ней пробковидные и шаровидные ядра. В коре старого отдела мозжечка заканчиваются нервные волокна восходящих спинно-мозжечковых путей. Старый отдел мозжечка отвечает за регуляцию тонуса мышц туловища и координацию движений туловища.

Новый отдел мозжечка (неоцеребеллум, понтоцеребеллум) включает кору полушарий мозжечка и связанные с ней зубчатые ядра. В коре нового отдела мозжечка заканчиваются нервные волокна восходящих спинно-мозжечковых путей и нервные волокна, следующие от собственных ядер моста. Новый отдел мозжечка отвечает за регуляцию тонуса мышц конечностей и координацию движений конечностей.

Микроскопическое строение мозжечка

Кора мозжечка – это серое вещество экранного типа, которое располагается на поверхности мозжечка и состоит из трёх слоёв: молекулярного, ганглиозного и зернистого (рис. 6).

1. *Молекулярный слой (stratum moleculare)* коры мозжечка представлен нейронами, глиоцитами, афферентными нервными волокнами, аксонами зернистых нейронов и дендритами корзинчатых, ганглионарных, звёздчатых и канделябровых нейронов. Молекуляр-

ный слой коры мозжечка, относительно двух других слоёв, содержит небольшое количество нейронов, которые представлены корзинчатыми, звёздчатыми и канделябровыми нейронами.

Корзинчатые нейроны располагаются во внутренней трети молекулярного слоя. Их короткие дендриты разветвляются поперечно листкам мозжечка. В наружной трети молекулярного слоя дендриты корзинчатых нейронов формируют аксо-дендритные синапсы с параллельными волокнами. Длинные аксоны корзинчатых нейронов направляются поперёк листков мозжечка и отдают коллатерали, которые направляются к перикарионам ганглионарных нейронов и, разветвляясь, оплетают перикарионы этих клеток, формируя корзинки нервных волокон. Терминали аксонов корзинчатых нейронов формируют с ганглионарными нейронами тормозные аксо-соматические синапсы.

Звёздчатые нейроны подразделяются на поверхностные (короткоаксонные) и глубокие (длинноаксонные). Поверхностные звёздчатые нейроны располагаются в наружной трети молекулярного слоя. Их короткие дендриты образуют синапсы с параллельными волокнами, а разветвления коротких аксонов контактируют с дендритами ганглионарных нейронов, образуя тормозные аксо-дендритные синапсы. Глубокие звёздчатые нейроны находятся в средней трети молекулярного слоя и имеют длинные ветвящиеся дендриты, образующие синапсы с параллельными волокнами. Аксоны этих нейронов направляются к дендритам и перикарионам ганглионарных нейронов, принимая участие в формировании корзинок.

Канделябровые нейроны – это мелкие нейроны поверхностной части молекулярного слоя, которые получают афферентные сигналы от параллельных волокон, а их аксон ветвится и заканчивается на перикарионах и дендритах ганглионарных нейронов, больших звёздчатых нейронов и корзинчатых нейронов.

2. *Ганглиозный (ганглионарный) слой (stratum purkinjense, слой грушевидных нейронов, слой грушевидных клеток, слой клеток Пуркинье)* – это средний слой коры мозжечка, образованный ганглионарными нейронами, расположенными в один ряд, глиоцитами и нервными волокнами.

Ганглионарные нейроны (клетки Пуркинье) – это мультиполярные тормозные нейроны, перикарион (размер 60 мкм) которых имеет грушевидную форму. От вершины перикариона ганглионарных нейронов в молекулярный слой отходят 2–3 толстых сильно ветвя-

щихся дендрита – стволовых дендрита. Стволовые дендриты ветвятся в одной плоскости, расположенной поперёк листка, перпендикулярно к его поверхности с образованием конечных (терминальных) дендритов. Терминальные дендриты достигают поверхности коры мозжечка. Дендриты ганглионарных нейронов имеют множество округлых выростов – шипиков, которые увеличивают площадь плазмолеммы и служат контактными зонами для формирования синапсов. С дендритами ганглионарных нейронов формируют возбуждающие синапсы параллельные волокна и лазающие волокна. От широкого основания ганглионарных нейронов отходит тонкий аксон, который проходит через зернистый слой, отдаёт коллатерали, направляющиеся к ганглионарным нейронам и большим звёздчатым нейронам, и следует к ядрам мозжечка. Аксоны ганглионарных нейронов образуют миелиновые нервные волокна, формирующие эфферентные пути коры мозжечка.

3. *Зернистый слой (stratum granulare)* – это самый глубокий слой, имеющий самую высокую плотность клеток. В зернистом слое присутствуют зернистые нейроны, большие звёздчатые нейроны, малые звёздчатые нейроны, веретеновидные горизонтальные нейроны, щёточные нейроны, клубочки мозжечка, аксоны ганглионарных нейронов, нервные волокна и глиоциты.

Зернистые нейроны (клетки-зёрна) – это самые многочисленные (10^{10} – 10^{11}) мелкие (диаметр перикариона 5–6 мкм) возбуждающие нейроны с крупным ядром. От базальной части зернистых нейронов отходит 2–3 коротких слабо ветвящихся дендрита, которые формируют «птичью лапку». К дендритам зернистых нейронов подходят моховидные волокна. Аксоны зернистых нейронов направляются в молекулярный слой, там Т-образно делятся, образуя параллельные волокна. Параллельные волокна следуют вдоль листков мозжечка и образуют синапсы с дендритами нейронов молекулярного слоя, ганглионарных нейронов и звёздчатых нейронов зернистого слоя (рис. 7).

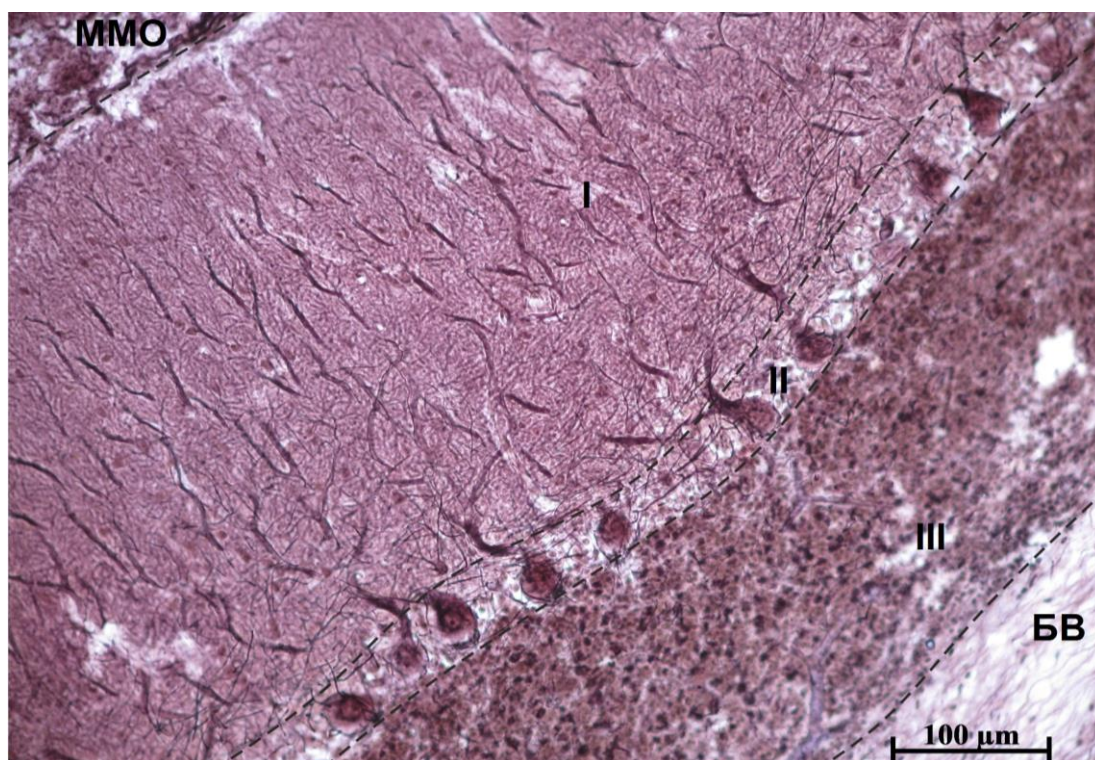


Рис. 6. Микроскопическое строение коры мозжечка. Окраска импрегнация нитратом серебра. К – кора, БВ – белое вещество, ММО – мягкая мозговая оболочка. I – молекулярный слой; II – ганглионарный слой; III – зернистый слой

Клубочки мозжечка – это округлые образования зернистого слоя коры мозжечка, представленные комплексом синапсов между денд-

ритами зернистых нейронов, моховидными волокнами и аксонами больших звёздчатых нейронов, окруженным астроцитами (рис. 7).

Большие звёздчатые нейроны (клетки Гольджи) – это тормозные мультиполярные нейроны (диаметр перикариона 10–16 мкм) зернистого слоя, аксоны которых образуют синапсы с дендритами зернистых нейронов в составе клубочков мозжечка, а длинные дендриты следуют в молекулярный слой и формируют синапсы с параллельными волокнами (рис. 7).

Большие звёздчатые нейроны делятся на длинноаксонные и короткоаксонные.

Короткоаксонные большие звёздчатые нейроны имеют короткие аксоны, которые участвуют в формировании клубочков мозжечка в пределах листка мозжечка.

Длинноаксонные большие звёздчатые нейроны имеют длинные аксоны, которые выходят в белое вещество, после чего возвращаются в кору мозжечка, подходят к дендритам клеток-зёрен и участвуют в формировании клубочков мозжечка. Аксоны больших звёздчатых нейронов образуют ассоциативные связи между разными листками мозжечка.

Малые звёздчатые нейроны – это тормозные мультиполярные нейроны (диаметр перикариона 6–10 мкм) зернистого слоя коры мозжечка. Их длинные ветвящиеся дендриты образуют синапсы с параллельными волокнами, а аксоны формируют синапсы с дендритами и перикарионами ганглионарных нейронов (рис. 7).

Веретенovidные горизонтальные нейроны (клетки Лугаро) – это тормозные вставочные нейроны зернистого слоя коры мозжечка, которые имеют веретенovidную форму. Они находятся в наружной части зернистого слоя, под ганглионарными нейронами. От полюсов веретенovidных горизонтальных нейронов отходят длинные дендриты, которые следуют на границе между зернистым и ганглиозным слоями, образуя синапсы с дендритами и перикарионами ганглионарных нейронов. Веретенovidные горизонтальные нейроны получают сигналы от коллатералей аксонов ганглионарных нейронов и от моховидных волокон. Аксоны веретенovidных горизонтальных нейронов следуют к корзинчатым, звёздчатым и большим звёздчатым нейронам (рис. 7).

Щёточные нейроны (униполярные браш-клетки) – это мелкие возбуждающие глутаматергические униполярные нейроны зернистого слоя коры мозжечка, получающие сигналы по моховидным волок-

нам и направляющие свой аксон к дендритам зернистых нейронов. Кроме того, щёточные нейроны получают сигналы от аксонов веретеновидных горизонтальных нейронов и направляют свои аксоны к перикарионам веретеновидных горизонтальных нейронов и больших звёздчатых нейронов (рис. 7).

Среди нейронов коры мозжечка только зернистые нейроны являются возбуждающими, все остальные – тормозные нейроны.

Афферентные нервные волокна мозжечка представлены моховидными (мшистыми) и лазящими (лиановидными).

Моховидные нервные волокна проникают в мозжечок и следуют в зернистый слой его коры, оканчиваются в клубочках мозжечка, формируя синапсы с дендритами зернистых нейронов (рис. 7). К моховидным нервным волокнам относятся нервные волокна, начинающиеся от собственных ядер моста (мосто-мозжечковый путь), от ретикулярных ядер ствола головного мозга (ретикулярно-мозжечковый путь), от преддверных ядер моста (преддверно-мозжечковый), от промежуточного медиального ядра и грудного ядра (передний и задний спинно-мозжечковый пути соответственно), от среднемозгового ядра тройничного нерва (тройнично-мозжечковый путь), от тонкого и клиновидного ядер (наружные дугообразные волокна). Моховидные нервные волокна возбуждают зернистые нейроны, аксоны которых следуют в молекулярный слой, где образуют параллельные волокна.

К лазящим нервным волокнам относятся нервные волокна, начинающиеся от ядер нижнего оливного комплекса (оливо-мозжечковый путь). Лазящие волокна проходят транзитом через зернистый и ганглиозный слои коры мозжечка, направляются в молекулярный слой и формируют там возбуждающие синапсы на дендритах ганглионарных нейронов (рис. 7).

Глиоциты коры мозжечка представлены астроцитами, микроглиоцитами и олигодендроглиоцитами. Астроциты и олигодендроциты имеются во всех слоях коры мозжечка. Особенно много астроцитов в молекулярном и зернистом слоях. Астроциты своими уплотщёнными отростками образуют периваскулярные пограничные глиальные и поверхностную пограничную глиальную мембраны

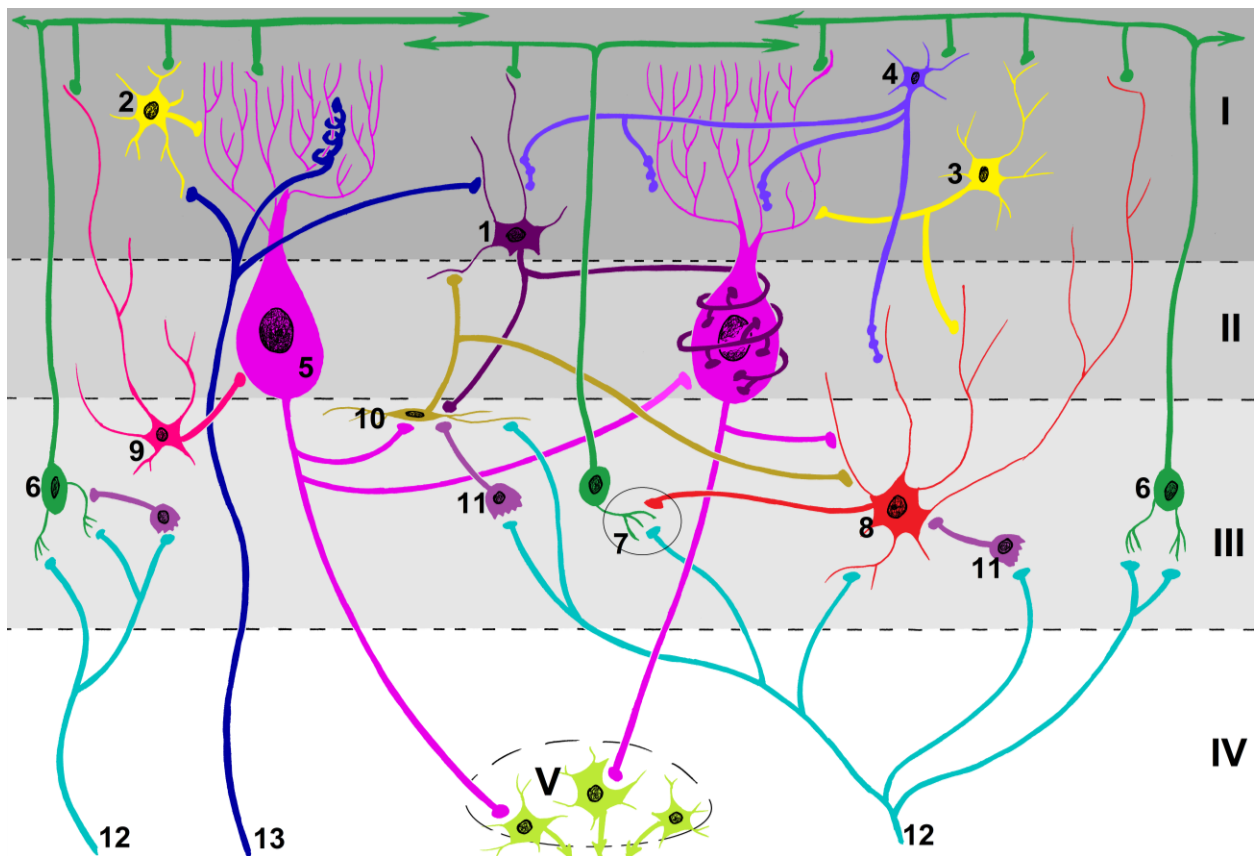


Рис. 7. Схема строения коры мозжечка человека (рисунки Ивановой В.В., 2020)

I – Молекулярный слой коры мозжечка

1. Корзинчатый нейрон
2. Звёздчатый нейрон (поверхностный)
3. Звёздчатый нейрон (глубокий)
4. Канделябровый нейрон

II – Ганглиозный слой коры мозжечка

5. Ганглионарный нейрон

III – Зернистый слой коры мозжечка

6. Зернистый нейрон
7. Клубочек мозжечка
8. Большой звёздчатый нейрон
9. Малый звёздчатый нейрон
10. Веретеновидный горизонтальный нейрон
11. Щёточный нейрон

IV – Белое вещество мозжечка

12. Моховидное волокно
13. Лазающее волокно

V – Ядро мозжечка

Кроме того, уплощённые отростки астроцитов образуют оболочку клубочков мозжечка. В ганглиозном слое, вокруг перикарионов ганглионарных нейронов располагаются астроциты особого вида – клетки Бергмана (поддерживающие глиоциты). Отростки клеток

Бергмана следуют вдоль дендритов ганглионарных нейронов в молекулярный слой, поддерживая их дендриты, и формируют поверхностную пограничную глиальную мембрану.

Микроглия в большом количестве содержится в молекулярном и ганглиозном слоях коры мозжечка.

Функции мозжечка:

1. Тоническая (антигравитационная) – обеспечивает регуляцию тонуса скелетных мышц для поддержания позы и равновесия.
2. Координационная (антиинерционная) – обеспечивает согласованную работу различных групп скелетных мышц, чередование различных двигательных актов.
3. Участие в обеспечении вегетативных функций.
4. Участие в высшей нервной (психической) деятельности.

Контрольные вопросы

1. Где располагается мозжечок?
2. Какие части различают в мозжечке человека?
3. Перечислите дольки полушарий мозжечка.
4. Назовите дольки червя мозжечка.
5. Перечислите филогенетические отделы мозжечка.
6. Охарактеризуйте нейроны молекулярного слоя коры мозжечка.
7. Опишите структуру и связи ганглионарных нейронов.
8. Охарактеризуйте нейроны зернистого слоя коры мозжечка.
9. Что такое клубочки мозжечка?
10. Перечислите ядра мозжечка.
11. Назовите ножки мозжечка.
12. Перечислите проводящие пути верхних ножек мозжечка.
13. Перечислите проводящие пути средних ножек мозжечка.
14. Перечислите проводящие пути нижних ножек мозжечка.
15. Приведите примеры лазающих и моховидных волокон.

Тестовые задания

Выберите один правильный ответ.

1. СЕРОЕ ВЕЩЕСТВО МОЗЖЕЧКА ФОРМИРУЕТ

- a) три пары ножек мозжечка
- b) кору и ядра мозжечка
- c) восходящие проводящие пути мозжечка
- d) нисходящие проводящие пути мозжечка

2. САМЫЕ МЕДИАЛЬНЫЕ ЯДРА МОЗЖЕЧКА, ОТВЕЧАЮЩИЕ ЗА ПОДДЕРЖАНИЕ РАВНОВЕСИЯ ТЕЛА

- a) пробковидные ядра
- b) ядра шатра
- c) шаровидные ядра
- d) зубчатые ядра

3. ВЕРХНИЕ НОЖКИ МОЗЖЕЧКА СОДЕРЖАТ НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА, СВЯЗЫВАЮЩИЕ МОЗЖЕЧОК С

- a) продолговатым мозгом
- b) средним мозгом
- c) промежуточным мозгом
- d) мостом

4. КОРКОВО-МОСТО-МОЗЖЕЧКОВЫЕ ПУТИ СЛЕДУЮТ В СОСТАВЕ

- a) верхних ножек мозжечка
- b) нижних ножек мозжечка
- c) коры мозжечка
- d) средних ножек мозжечка

5. КОРА МОЗЖЕЧКА ИМЕЕТ

- a) пять слоёв
- b) восемь слоёв
- c) три слоёв
- d) шесть слоёв

6. НИСХОДЯЩИЕ (ЭФФЕРЕНТНЫЕ) ПРОВОДЯЩИЕ ПУТИ КОРЫ МОЗЖЕЧКА НАЧИНАЮТСЯ ОТ НЕЙРОНОВ

- a) молекулярного слоя
- b) зернистого слоя
- c) ганглионарного слоя
- d) пирамидного слоя

7. ВНУТРЕННИЙ СЛОЙ КОРЫ МОЗЖЕЧКА НАЗЫВАЕТСЯ

- a) молекулярный
- b) зернистый
- c) ганглионарного (ганглиозного)
- d) полиморфный

8. В МОЗЖЕЧКЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ ОТ МОХОВИДНЫХ ВОЛОКОН К ГРУШЕВИДНЫМ КЛЕТКАМ ПЕРЕДАЮТ

- a) корзинчатые нейроны
- b) большие звёздчатые нейроны
- c) зернистые нейроны
- d) большие пирамидные клетки

9. ЛАЗЯЩИЕ НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА В МОЗЖЕЧКЕ ЗАКАНЧИВАЮТСЯ НА

- a) корзинчатых нейронах
- b) грушевидных нейронах
- c) больших звёздчатых нейронах
- d) зернистых нейронах

10. ВОЗБУЖДАЮЩИМИ НЕЙРОНАМИ КОРЫ МОЗЖЕЧКА ЯВЛЯЮТСЯ

- a) зернистые нейроны
- b) грушевидные нейроны
- c) веретеновидные горизонтальные нейроны
- d) большие звёздчатые нейроны

Эталоны ответов:

1	b
2	b
3	b
4	d
5	c
6	c
7	b
8	c
9	b
10	a

Четвёртый желудочек мозга

Четвёртый желудочек мозга (ventriculus quartus) – это непарная полость ромбовидного (заднего и продолговатого) мозга, заполненная *спинномозговой жидкостью (liquor cerebrospinalis)*. Четвёртый желудочек мозга сообщается вверху с полостью среднего мозга – водопроводом мозга, а внизу с полостью спинного мозга – центральным каналом. Кроме того, полость четвёртого желудочка мозга сообщается с подпаутинным пространством (см. далее – с. 180).

Четвёртый желудочек мозга имеет крышу – *шатёр (fastigium)* и дно – *ромбовидную ямку (fossa rhomboidea)*.

Крыша четвёртого желудочка мозга

Шатёр – задняя стенка четвёртого желудочка мозга, образованная в верхней (передней) части верхним мозговым парусом, в средней части – мозжечком и в нижней (задней) части – нижним мозговым парусом.

Верхний мозговой парус (velum medullare superius) – это тонкая треугольная пластинка нервной ткани, ограниченная по бокам верхними ножками мозжечка, а сзади язычком и уздечкой язычка мозжечка. От верхней части верхнего мозгового паруса к крыше среднего мозга следует *уздечка верхнего мозгового паруса (frenulum veli medullaris superioris)*.

Мозжечок образует среднюю часть крыши четвёртого желудочка мозга. Вентральная часть мозжечка имеет конусовидное углубление, вдающееся вглубь мозжечка, которое получает название *верхушки шатра (apex fastigii)*.

Нижний мозговой парус (velum medullare inferius) – это тонкая треугольная пластинка соединительной ткани, ограниченная сверху узелком червя, ножкой клочка и клочком мозжечка, а по бокам – нижними ножками мозжечка, бугорками тонких и клиновидных ядер. Нижний мозговой парус является пластинкой, представленной 2 слоями: наружный образован рыхлой соединительной тканью мягкой мозговой оболочки, внутренний образован слоем эпендимоцитов. Нижний мозговой парус получает название сосудистой основы четвёртого желудочка мозга. Сосудистая основа четвёртого желудочка мозга прикрепляется к задним краям ромбовидной ямки, образуя узкую зазубренную полосу – *ленту четвёртого желудочка (tenia ventriculi quarti)* или *серую ленту (taenia cinerea)*. Лента четвёртого желудочка следует сверху вниз вдоль нижних ножек моз-

жечка, бугорков тонких и клиновидных ядер. Ленты четвёртого желудочка мозга каудально сходятся в нижнем углу ромбовидной ямки. Вверху ленты четвёртого желудочка мозга переходят на клочки, ножки клочков и сходятся в области узелка. Часть сосудистой основы четвёртого желудочка содержит большое количество кровеносных сосудов и получает название *сосудистого сплетения четвёртого желудочка (plexus choroideus ventriculi quarti)*. Сосудистое сплетение образует выпячивания в полость четвёртого желудочка мозга.

В нижнем мозговом парусе имеется 3 отверстия: одно срединное и два боковых отверстия четвёртого желудочка мозга, посредством которых полость четвёртого желудочка мозга сообщается с подпаутинным пространством (см. далее – с. 180).

Срединное отверстие (apertura mediana) четвёртого желудочка мозга (отверстие Мажанди) – самое крупное, непарное отверстие, которое располагается в нижней части нижнего мозгового паруса выше задвижки. Через срединное отверстие четвёртого желудочка его полость сообщается с мозжечково-луковичной цистерной, являющейся частью подпаутинного пространства головного мозга.

Боковое отверстие (apertura lateralis) четвёртого желудочка мозга (отверстие Лушка) – парное отверстие, расположенное в верхне-латеральных частях нижнего мозгового паруса. Через боковые отверстия четвёртого желудочка его полость сообщается с цистерной моста, являющейся частью подпаутинного пространства головного мозга.

Дно четвёртого желудочка мозга

Дно четвёртого желудочка мозга представлено углублением ромбовидной формы – ромбовидной ямкой.

Ромбовидная ямка ограничена четырьмя краями: правый и левый верхние края, а также правый и левый нижние края. Ромбовидная ямка образована дорсальной поверхностью моста и дорсальной поверхностью покрывки продолговатого мозга.

Верхние края ромбовидной ямки образованы медиальными краями верхних ножек мозжечка. Нижние края ромбовидной ямки образованы в верхних отделах – медиальными краями нижних ножек мозжечка, в средних отделах – бугорками клиновидных ядер, в нижних отделах – бугорками тонких ядер.

Ромбовидная ямка имеет: верхний (передний), нижний (задний) и боковые углы.

Верхний угол – острый угол, который располагается между сходящимися верхними ножками мозжечка. В области верхнего угла от четвёртого желудочка мозга начинается водопровод мозга.

Нижний угол (писчее перо) – острый угол, который располагается между сходящимися бугорками тонких ядер на дорсальной поверхности продолговатого мозга. В нижнем углу ромбовидной ямки располагается тонкая пластинка нервной ткани – *задвигка (obex)*. В области нижнего угла от четвёртого желудочка мозга начинается центральный канал.

Боковые углы – тупые углы, в области которых располагаются *латеральные карманы (recessus lateralis)* четвёртого желудочка. Вершины латеральных карманов соединяет короткая диагональ ромбовидной ямки, которая делит её на больший верхний и меньший нижний треугольники.

Длинная диагональ ромбовидной ямки – *срединная борозда ромбовидной ямки (sulcus medianus fossae rhomboidea)*, следует вдоль ствола головного мозга от верхнего угла к нижнему углу ромбовидной ямки. Вверху срединная борозда ромбовидной ямки продолжается по дну водопровода мозга. Срединная борозда ромбовидной ямки делит её на два треугольника: правый и левый (рис. 8).

По обе стороны от срединной борозды ромбовидной ямки вдоль неё располагаются продолговатые валики – *медиальные возвышения (eminentia medialis)*. Медиальные возвышения ограничены латерально *пограничной бороздой ромбовидной ямки (sulcus limitans fossae rhomboidea)*. В толще медиальных возвышений располагаются двигательные ядра черепных нервов. В центре медиальных возвышений располагаются выраженные бугорки – *лицевые холмики (colliculus facialis)*. Ниже лицевых холмиков вдоль короткой диагонали ромбовидной ямки следуют *мозговые полоски (stirae medullares)*. Мозговые полоски образованы нервными волокнами, которые начинаются от задних улитковых ядер в латеральных углах ромбовидной ямки и следуют поверхностно в медиальном направлении через *преддверное поле (area vestibularis)* к срединной борозде ромбовидной ямки.

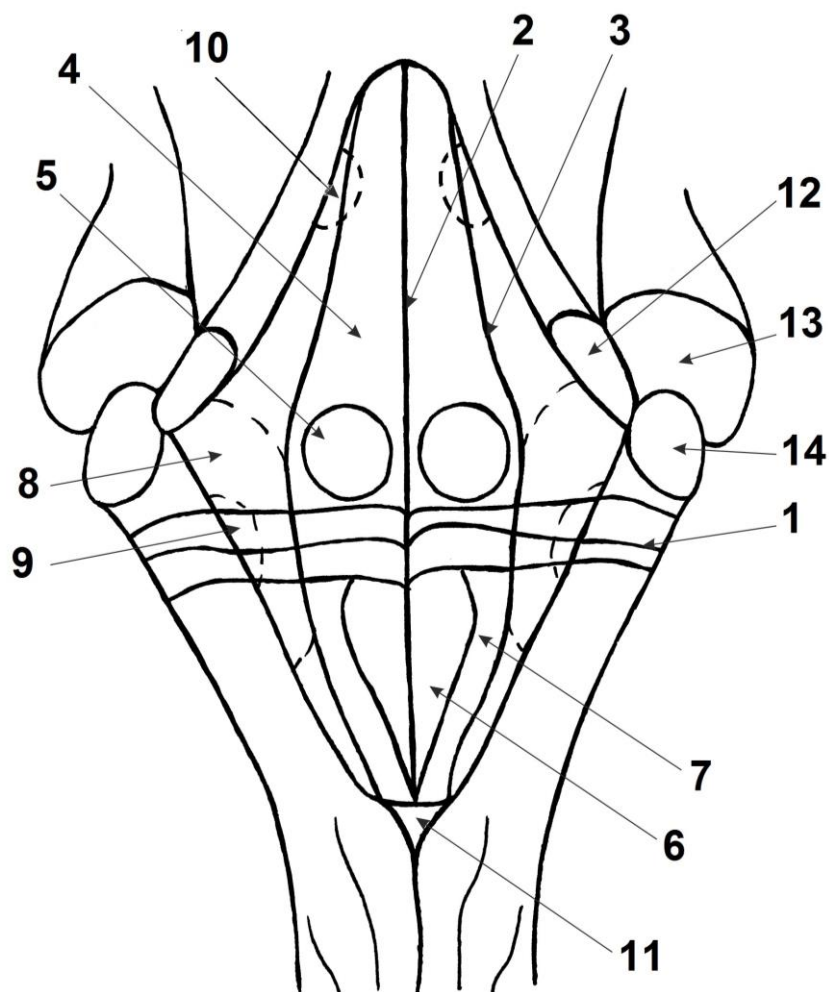


Рис. 8. Макроскопическое строение поверхности ромбовидной ямки (рисунок Ивановой В.В., 2020)

Мозговые полосы (stirae medullares) четвёртого желудочка мозга

1. Срединная борозда ромбовидной ямки (sulcus medianus fossae rhomboidea)
2. Пограничная борозда ромбовидной ямки (sulcus limitans fossae rhomboidea)
3. Медиальное возвышение (eminentia medialis)
4. Лицевой холмик (colliculus facialis)
5. Треугольник подъязычного нерва (trigonum nervi hypoglossi)
6. Треугольник блуждающего нерва (trigonum nervi vagi)
7. Преддверное поле (area vestibularis)
8. Улитковое поле (area cochlearis)
9. Голубое пятно (locus coeruleus)
10. Задвижка (obex)
11. Верхняя ножка мозжечка (pedunculus cerebellaris superior)
12. Средняя ножка мозжечка (pedunculu scerebellaris medius)
13. Нижняя ножка мозжечка (pedunculus cerebellaris inferior)

В верхнем треугольнике над лицевыми холмиками располагаются *голубые пятна (голубые места, голубоватое место)*. С обеих сторон позади голубого места латеральнее лицевых холмиков

имеется неглубокая впадина – *верхняя ямка (fovea superior)*, являющаяся расширением пограничной борозды ромбовидной ямки. В нижних отделах пограничной борозды ромбовидной ямки располагается *нижняя ямка (fovea inferior)* (рис. 8).

Ниже лицевых холмиков по краям срединной борозды ромбовидной ямки располагаются *треугольники подъязычных нервов (trigonum nervi hypoglossi)*, ниже которых под нижней ямкой располагаются *треугольники блуждающих нервов (trigonum nervi vagi)*. В области этих треугольников залегают ядра одноименных нервов. Латеральнее треугольников подъязычных нервов располагаются преддверные поля, в области которых залегают преддверные ядра преддверно-улитковых нервов. Латеральнее преддверных полей в боковых углах ромбовидной ямки располагаются улитковые поля, в области которых залегают улитковые ядра преддверно-улитковых нервов (рис. 8).

Соматические двигательные ядра черепных нервов лежат в медиальной части ромбовидной ямки вдоль её срединной борозды. Вегетативные ядра черепных нервов лежат в средней части ромбовидной ямки. Чувствительные ядра черепных нервов лежат в боковых частях ромбовидной ямки (рис. 9).

Ядра IX–XII черепных нервов расположены в нижнем отделе ромбовидной ямки, который соответствует продолговатому мозгу.

Ядра V–VIII черепных нервов расположены в верхнем отделе ромбовидной ямки, который соответствует мосту.

1. *Ядро подъязычного нерва (nucleus nervi hypoglossi)* – это продолговатое соматическое двигательное ядро, расположенное в нижнемедиальном отделе ромбовидной ямки в области треугольника подъязычного нерва.

2. *Ядро одиночного пути (nucleus tractus solitarii)* – это продолговатое вытянутое чувствительное (соматосенсорное и вегетосенсорное) ядро, расположенное в нижнем углу ромбовидной ямки медиальнее преддверного поля. Ядро одиночного пути является общим для VII, IX и X черепных нервов.

3. *Заднее ядро блуждающего нерва (nucleus dorsalis nervi vagi)* – это продолговатое вегетативное двигательное (вегетомоторное) парасимпатическое ядро блуждающего нерва, расположенное в области треугольника блуждающего нерва.

4. *Двойное ядро (nucleus ambiguus)* – это овальное соматическое двигательное (соматомоторное) ядро, расположенное в обла-

сти треугольника блуждающего нерва впереди от заднего ядра блуждающего нерва. Двойное ядро является общим для IX, X и XI черепных нервов и иногда называется тройным или черепным ядром добавочного нерва.

5. *Нижнее слюноотделительное ядро (nucleus salivatorius inferior)* – это круглое вегетативное двигательное (вегетомоторное) парасимпатическое ядро языкоглоточного нерва, расположенное между двойным ядром и нижним ядром оливы.

6. *Переднее (вентральное) и заднее (дорсальное) улитковые ядра (nucleus cochlearis ventralis et dorsalis)* – это чувствительные ядра преддверно-улиткового нерва, расположенные справа и слева в области улитковых полей ромбовидной ямки.

7. *Боковое, среднее, верхнее и нижнее преддверные ядра (nucleus vestibularis lateralis, medialis superior et inferior)* – это круглые чувствительные ядра преддверно-улиткового нерва, расположенные в боковых отделах ромбовидной ямки в области их преддверных полей.

8. *Ядро лицевого нерва (nucleus nervi facialis)* – это круглое соматическое двигательное (соматомоторное) ядро, расположенное в области лицевого холмика.

9. *Верхнее слюноотделительное ядро (nucleus salivatorius superior)*⁹ – это круглое вегетативное двигательное (вегетомоторное) парасимпатическое ядро лицевого нерва, расположенное в области лицевого холмика латеральнее ядра лицевого нерва.

10. *Ядро отводящего нерва (nucleus nervi abducens)* – это округлое соматическое двигательное (соматомоторное) ядро, расположенное около срединной борозды ромбовидной ямки на уровне лицевого холмика, медиальнее ядра лицевого нерва.

11. *Мостовое ядро тройничного нерва (nucleus pontinus nervi trigemini, nucleus sensorius principalis)* – это круглое соматическое чувствительное (соматосенсорное) ядро, расположенное в дорсолатеральной части моста.

12. *Спинномозговое ядро тройничного нерва (nucleus spinalis nervi trigemini)* – это продолговатое вытянутое соматическое чув-

⁹ Верхнее слюноотделительное ядро помимо поднижнечелюстной и подъязычной слюнных желёз иннервирует слёзную железу, а также железы слизистой оболочки полости носа и рта, железы конъюнктивы и наружного слухового прохода, поэтому часто называется верхним секреторным ядром. Верхняя часть верхнего слюноотделительного ядра получает название *слёзного ядра (nucleus lacrimalis)*. аксоны нейронов слёзного ядра образуют преганглионарные нервные волокна, иннервирующие слёзную железу.

ствительное (соматосенсорное) ядро, расположенное в латеральных отделах моста, продолговатого мозга, а также в задних рогах первых трёх спинномозговых сегментов.

13. *Среднемозговое ядро тройничного нерва (nucleus mesencephalicus nervi trigemini)* – это продолговатое соматическое чувствительное (соматосенсорное) ядро, расположенное в ростральной части латеральных отделов моста и покрышке среднего мозга.

14. *Двигательное ядро тройничного нерва (nucleus motorius nervi trigemini), жевательное ядро* – это продолговатое соматическое двигательное (соматомоторное) ядро, расположенное в медиальном отделе покрышки моста.

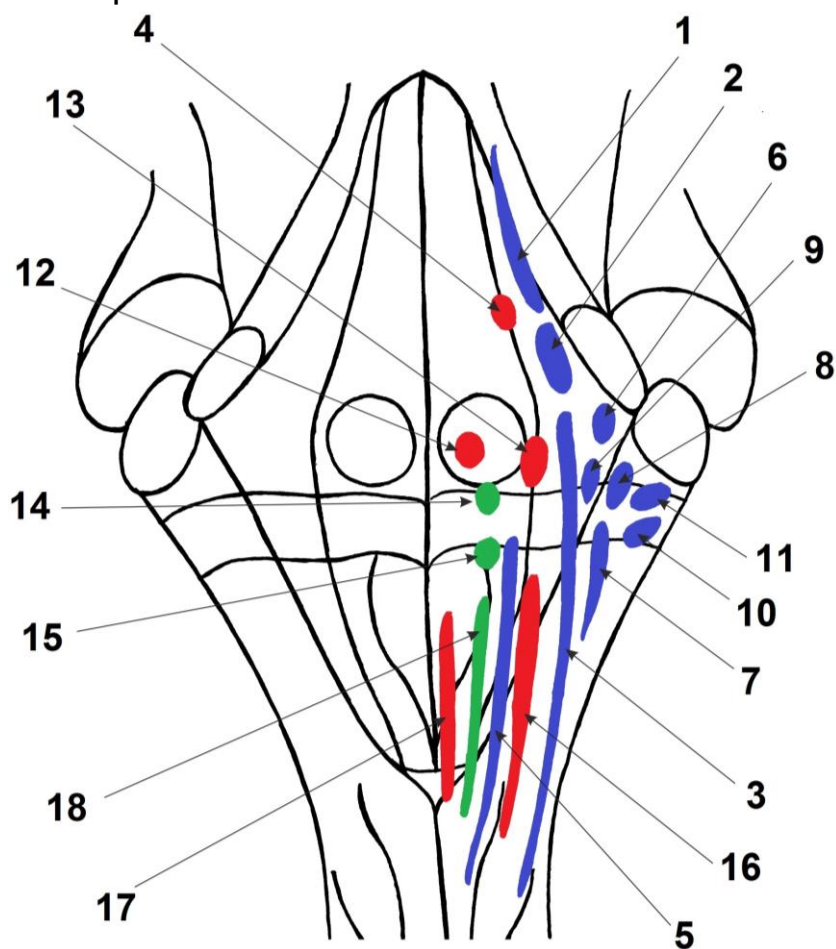


Рис. 9. Топография ядер черепных нервов в ромбовидной ямке (рисунки Ивановой В.В., 2020)

1. Среднемозговое ядро тройничного нерва (*nucleus mesencephalicus nervi trigemini*)
2. Мостовое ядро тройничного нерва (*nucleus pontinus nervi trigemini*)
3. Спинномозговое ядро тройничного нерва (*nucleus spinalis nervi trigemini*)
4. Двигательное ядро тройничного нерва (*nucleus motorius nervi trigemini*)
5. Ядро одиночного пути (*nucleus tractus solitarii*)

6. Верхнее преддверное ядро (nucleus vestibularis superior)
7. Нижнее преддверное ядро (nucleus vestibularis inferior)
8. Боковое преддверное ядро (nucleus vestibularis lateralis)
9. Среднее преддверное ядро (nucleus vestibularis medialis)
10. Переднее улитковое ядро (nucleus cochlearis ventralis)
11. Заднее улитковое ядро (nucleus cochlearis dorsalis)
12. Ядро отводящего нерва (nucleus nervi abducens)
13. Ядро лицевого нерва (nucleus nervi facialis)
14. Верхнее слюноотделительное ядро (nucleus salivatorius superior)
15. Нижнее слюноотделительное ядро (nucleus salivatorius inferior)
16. Двойное ядро (nucleus ambiguus)
17. Ядро подъязычного нерва (nucleus nervi hypoglossi)
18. Заднее ядро блуждающего нерва (nucleus dorsalis nervi vagi)

Контрольные вопросы

1. Полостью каких отделов головного мозга является четвёртый желудочек?
2. Чем представлена крыша четвёртого желудочка мозга?
3. Чем представлено дно четвёртого желудочка мозга?
4. Охарактеризуйте края ромбовидной ямки.
5. Охарактеризуйте углы ромбовидной ямки.
6. Чем образованы длинная и короткая диагонали ромбовидной ямки?
7. Какие структуры образуют рельеф ромбовидной ямки?
8. Каковы особенности строения нижнего мозгового паруса?
9. С чем и через какие отверстия сообщается четвёртый желудочек мозга?
10. Ядра каких черепных нервов проецируются на ромбовидную ямку?
11. В каких областях ромбовидной ямки лежат соматические, вегетативные, чувствительные ядра?
12. Перечислите чувствительные ядра черепных нервов, которые проецируются на ромбовидную ямку.
13. Перечислите соматические двигательные ядра черепных нервов, которые проецируются на ромбовидную ямку.
14. Перечислите вегетативные двигательные ядра черепных нервов, которые проецируются на ромбовидную ямку.
15. Что такое сосудистое сплетение четвёртого желудочка мозга?

Тестовые задания

Выберите один правильный ответ.

1. ОТВЕРСТИЯМИ В КРЫШЕ ЧЕТВЁРТОГО ЖЕЛУДОЧКА МОЗГА ЯВЛЯЮТСЯ

- a) парные срединные и непарное боковое
- b) непарное срединное и парное боковое
- c) межжелудочковые отверстия
- d) не содержит отверстий

2. В РОМБОВИДНОЙ ЯМКЕ ЛОКАЛИЗУЮТСЯ ЯДРА СЛЕДУЮЩИХ ЧЕРЕПНЫХ НЕРВОВ

- a) I–VI
- b) V–XII
- c) I–XII
- d) IX–XII

3. В СОСТАВ КРЫШИ ЧЕТВЁРТОГО ЖЕЛУДОЧКА МОЗГА НЕ ВХОДИТ

- a) верхний мозговой парус
- b) нижний мозговой парус
- c) мозжечок
- d) пирамиды продолговатого мозга

4. ДНО ЧЕТВЁРТОГО ЖЕЛУДОЧКА МОЗГА ОБРАЗОВАНО

- a) верхний мозговой парус
- b) нижний мозговой парус
- c) ромбовидная ямка
- d) подушка зрительного бугра

5. ПОЛОСТЬЮ РОМБОВИДНОГО МОЗГА ЯВЛЯЕТСЯ

- a) третий желудочек мозга
- b) четвёртый желудочек мозга
- c) водопровод мозга
- d) боковые желудочки мозга

6. ЛАТЕРАЛЬНАЯ ПЕТЛЯ ФОРМИРУЕТСЯ В

- a) продолговатом мозге
- b) спинном мозге
- c) мосту
- d) среднем мозге

7. ВЕРХНЕЕ СЛЮНООТДЕЛИТЕЛЬНОЕ ЯДРО ЯВЛЯЕТСЯ ЯДРОМ

- a) тройничного нерва
- b) лицевого нерва
- c) блуждающего нерва
- d) языкоглоточного нерва

8. ДВОЯКОЕ ЯДРО ЯВЛЯЕТСЯ ОБЩИМ ДЛЯ

- a) IX, X, XI черепных нервов
- b) X, XI, XII черепных нервов
- c) V, VII, XI черепных нервов
- d) V, X, XII черепных нервов

9. ЯДРАМИ ТРОЙНИЧНОГО НЕРВА ЯВЛЯЮТСЯ

- a) 3 ядра (одно чувствительное и два двигательных)
- b) 4 ядра (три чувствительных и одно двигательное)
- c) 2 ядра (одно чувствительное и одно двигательное)
- d) 4 ядра (два двигательных, одно чувствительное и одно вегетативное)

10. СТРУКТУРА, РАЗДЕЛЯЮЩАЯ РОМБОВИДНУЮ ЯМКУ НА ПРАВЫЙ И ЛЕВЫЙ ТРЕУГОЛЬНИКИ

- a) пограничная борозда ромбовидной ямки
- b) мозговые полосы
- c) срединная борозда ромбовидной ямки
- d) лента четвёртого желудочка

Эталоны ответов:

1	b
2	b
3	d
4	c
5	b
6	c
7	b
8	a
9	b
10	c

Средний мозг

Развитие среднего мозга

Средний мозг образуется из среднего мозгового пузыря. Стенка среднего мозгового пузыря развивается относительно равномерно: из его вентральной части формируются ножки мозга, из дорсальной части – крыша среднего мозга. Полость среднего мозгового пузыря преобразуется в водопровод мозга, соединяющий полости третьего и четвертого желудочков мозга.

Ввиду значительного развития конечного мозга у млекопитающих и птиц, средний мозг является важнейшим коммуникативным отделом головного мозга, который обеспечивает взаимодействие структур конечного мозга со структурами ромбовидного и спинного мозга. Кроме того, развитие среднего мозга связано с совершенствованием зрительного и слухового анализаторов: в среднем мозге располагаются подкорковые центры зрения и слуха, а также важнейшие структуры, обеспечивающие иннервацию глаз.

Макроскопическое строение среднего мозга

Внешнее макроскопическое строение среднего мозга

Средний мозг является частью ствола головного мозга и самым маленьким из дефинитивных отделов головного мозга. Верхней границей среднего мозга на дорсальной поверхности ствола головного мозга является нижний край задней спайки, нижней границей среднего мозга на вентральной поверхности ствола головного мозга является верхний край моста.

Средний мозг имеет заднюю (дорсальную) и переднюю (вентральную) поверхности. На задней поверхности выделяют *пластинку крыши (lamina tecti)* или *пластинку четверохолмия (lamina quadrigemina)*, а на передней поверхности – *ножки мозга (pedunculus cerebri)*.

Пластинка крыши среднего мозга располагается под валиком мозолистого тела и прикрыта затылочными долями полушарий конечного мозга. На пластинке крыши располагается *четверохолмие (quadrigeminum)*, в состав которого входит пара верхних бугорков – *верхние холмики (colliculus superior)* и пара нижних бугорков – *нижние холмики (colliculus inferior)*. Правый и левый верхние холми-

ки называют верхним двуххолмием, правый и левый нижние холмики называют нижним двуххолмием. Холмики верхнего двуххолмия крупнее холмиков нижнего двуххолмия.

Холмики четверохолмия отделены друг от друга *крестообразной бороздой (sulcus cruciformis)*. Продольный желобок – вертикальная часть крестообразной борозды, разделяет правые и левые холмики четверохолмия, тогда как поперечный желобок – горизонтальная часть крестообразной борозды, разделяет верхнее и нижнее двуххолмия. Между бугорками верхнего двуххолмия располагается шишковидное тело, которое является структурой промежуточного мозга.

От каждого холмика латерально следуют ручки холмиков: от верхних холмиков к латеральным коленчатым телам следуют *ручки верхних холмиков (brachium colliculi superioris)*, а от нижних холмиков к медиальным коленчатым телам следуют *ручки нижних холмиков (brachium colliculi inferioris)*. С помощью ручек верхних холмиков латеральные коленчатые тела связаны с подкорковыми центрами зрения среднего мозга. С помощью ручек нижних холмиков медиальные коленчатые тела связаны с подкорковыми центрами слуха среднего мозга.

От нижнего края пластинки крыши назад и вниз направляются два расходящихся уплощённых тяжа – верхние ножки мозжечка, которые образуют верхние края ромбовидной ямки. Нервные волокна верхних ножек мозжечка следуют в покрывку среднего мозга, где переходят на противоположную сторону, образуя *перекрест верхних ножек мозжечка (decussatio pedunculorum cerebellarium superiorum)*. Нервные волокна верхних ножек мозжечка заканчиваются преимущественно на нейронах красного ядра, формируя *мозжечково-красноядерный путь (tractus cerebellorubralis)* или *мозжечково-покрывочный путь (tractus cerebello-tegmentalis)*, а также следуют к ядрам зрительного бугра, формируя *мозжечково-таламический путь (tractus cerebello-thalamicus)*.

На передней поверхности среднего мозга со стороны основания головного мозга выявляются два расходящихся кверху цилиндрических тяжа, следующие от верхнего края моста к переднему мозгу. Эти тяжи получили название *ножек мозга (pedunculus cerebri)* и содержат восходящие и нисходящие проводящие нервные волокна.

Латерально каждую ножку мозга ограничивает *боковая борозда среднего мозга (sulcus lateralis mesencephali)*.

Между ножками мозга располагается округлая глубокая ямка – *межножковая ямка (fossa interpeduncularis)*. На дне межножковой ямки имеется множество мелких отверстий, через которые в головной мозг входят и выходят кровеносные сосуды, вследствие чего эта область получила название *заднего продырявленного вещества (substantia perforate posterior)*. Из межножковой ямки выходит глазодвигательный нерв (III черепной нерв). В верхней части ножек мозга, огибая их снаружи, следуют расходящиеся зрительные пути, которые дорсально переходят в латеральные коленчатые тела. На задней поверхности среднего мозга позади пластинки крыши из ствола мозга выходит блоковый нерв (IV черепной нерв), который, огибая ножки мозга с латеральной стороны, следует на вентральную поверхность среднего мозга.

Внутреннее макроскопическое строение среднего мозга

На поперечном срезе среднего мозга выявляется серое и белое вещество (рис. 10). Серое вещество представлено исключительно ядрами, белое вещество образовано нервными волокнами, следующими от структур среднего мозга к выше- и нижележащим отделам головного мозга, а также транзитными нервными волокнами.

Полостью среднего мозга является *водопровод (среднего) мозга (aqueductus cerebri, aqueductus mesencephali)*, который является узким каналом (длина 1,5-2 см), соединяющим полости третьего и четвёртого желудочков мозга. Водопровод мозга окружён серым веществом, которое называют *центральным серым веществом (substantia grisea centralis)* или *околоводопроводным серым веществом (substantia grisea paraaqueducti)* среднего мозга.

Верхняя часть среднего мозга, расположенная выше водопровода мозга, получает название *крыши среднего мозга (tectum mesencephali)*. Промежуточная часть среднего мозга, расположенная ниже водопровода мозга, но выше чёрного вещества, получает название *покрышки среднего мозга (tegmentum mesencephali)* или *покрышки ножек мозга*. Нижняя часть среднего мозга, расположенная ниже чёрного вещества, получает название *основания среднего мозга (основания ножек мозга)*.

Серое вещество среднего мозга

Ядра крыши среднего мозга (рис. 10):

1. *Ядра верхних холмиков (nucleus colliculi superioris)* – располагаются в верхних бугорках крыши среднего мозга.

2. Ядра нижних холмиков (*nucleus colliculi inferioris*) – находятся в нижних бугорках крыши среднего мозга. Снаружи холмики и пластинка крыши покрыты тонким слоем белого вещества.

В ядрах верхних холмиков заканчивается часть нервных волокон зрительного пути (*tractus opticus*). В ядрах нижних холмиков заканчивается часть нервных волокон латеральной петли (*lemniscus lateralis*).

Ядра крыши среднего мозга имеют двустороннюю связь со спинным мозгом. Так, от нейронов этих ядер начинаются нервные волокна, формирующие крыше-спинномозговой путь (*tractus tectospinalis*) и крыше-ядерный путь (*tractus tectonuclearis*). Эти нисходящие проводящие пути образуют в покрывке среднего мозга перекрест – задний покрывочный перекрест (*decussatio tegmentalis posterior*), дорсальный перекрест или перекрест Мейнерта, после чего следуют к двигательным ядрам ствола головного мозга и передних рогов спинного мозга. Кроме того, на нейронах ядер крыши среднего мозга заканчивается восходящий проводящий спинно-покрывочный путь (*tractus spinotectalis*).

В боковых отделах покрывки среднего мозга лежат ядра латеральной петли, в средней части покрывки – лежат ядра глазодвигательного и блокового нервов, а также красные ядра.

Ядра покрывки среднего мозга (рис. 10):

3. Ядра глазодвигательного нерва представлены 5 ядрами¹⁰: парным ядром глазодвигательного нерва, парным добавочным ядром глазодвигательного нерва и непарным срединным ядром глазодвигательного нерва.

Ядро глазодвигательного нерва (*nucleus nervi oculomotorii*) – это парное продолговатое соматическое двигательное (соматомоторное) ядро, расположенное вдоль дна водопровода мозга в центральном сером веществе. В ядре глазодвигательного нерва выделяют пять групп двигательных нейронов, каждая из которых ответственна за иннервацию определённой скелетной мышцы глазного яблока на своей стороне: первая (верхняя) группа иннервирует мышцу, поднимающую верхнее веко; вторая группа – верхнюю прямую мышцу глаза; третья группа – нижнюю косую мышцу глаза; четвертая группа – нижнюю прямую мышцу глаза; пятая (нижняя) груп-

¹⁰ Глазодвигательный нерв (III черепной нерв) является единственным из черепных нервов, который имеет нечётное количество ядер на пару этих нервов: два парных ядра и одно непарное, общее для правого и левого глазодвигательных нервов.

па – медиальную (внутреннюю) прямую мышцу глаза¹¹. Таким образом, ядро глазодвигательного нерва иннервирует мышцу, поднимающую верхнее веко, нижнюю косую мышцу и все прямые мышцы глазного яблока, кроме латеральной (наружной) прямой мышцы.

Добавочное ядро глазодвигательного нерва (nucleus accessorii nervi oculomotorii), ядро Якубовича–Вестфалья–Эдингера – это парное вегетативное двигательное (вегетомоторное) парасимпатическое ядро, расположенное вдоль дна водопровода мозга в центральном сером веществе. Оно имеет округлую форму и даёт начало преганглионарным парасимпатическим нервным волокнам, которые иннервируют гладкие мышцы глаза (ресничную мышцу и мышцу, суживающую зрачок).

Центральное непарное ядро глазодвигательного нерва (nucleus centralis impar nervi oculomotorii), срединное ядро глазодвигательного нерва, конвергенционное ядро глазодвигательного нерва, ядро Перлиа – это непарное круглое соматическое двигательное (соматомоторное) ядро, расположенное в срединной сагиттальной плоскости в области дна водопровода мозга в центральном сером веществе. Обеспечивает одинаковый тонус правой и левой медиальных прямых мышц глазного яблока, что обеспечивает их физиологическую конвергенцию, необходимую для бинокулярного зрения.

4. *Ядро блокового нерва (nucleus nervi trochlearis)* – это парное круглое соматическое двигательное (соматомоторное) ядро, расположенное в области дна водопровода мозга в центральном сером веществе, нервные волокна которого иннервируют верхнюю косую мышцу глазного яблока.

5. *Среднемозговое ядро тройничного нерва (nucleus mesencephalicus nervi trigemini)* располагаются латеральнее центрального серого вещества. Это соматическое чувствительное ядро, участвующее в передаче проприорецепции от наружных мышц глаза и жевательных мышц. Аксоны нейронов среднемозгового ядра тройничного нерва вносят вклад в формирование тройнично-таламического пути.

6. *Ядро задней спайки (nucleus commissurae posterioris), ядро Даркшевича* – это парное ядро, расположенное ростральнее ядра

¹¹ Медиальная прямая мышца глаза получает дополнительную иннервацию из срединного ядра глазодвигательного нерва, благодаря которой становится возможной конвергенция глазных яблок (медиальное двустороннее направление взгляда).

глазодвигательного нерва в центральном сером веществе в области дна водопровода мозга. Участвует в формировании медиального продольного пучка.

7. *Промежуточное ядро (nucleus interstitialis), ядро Кахаля* – это парное ядро, расположенное в ростральном отделе центрального серого вещества среднего мозга латеральнее ядра задней спайки, примыкая к нему. Участвует в формировании медиального продольного пучка.

8. *Красное ядро (nucleus ruber)* – это парное крупное продолговатое ядро, расположенное в центре покрышки среднего мозга, простирающееся от промежуточного мозга до нижнего двухолмия. От каудальной части красного ядра начинается нисходящий проводящий *красноядерно-спинномозговой путь (tractus rubrospinalis)*. Нервные волокна от красного ядра совершают перекрест в вентральной части покрышки среднего мозга – *передний покрышечный перекрест (decussatio tegmentalis anterior), вентральный перекрест или перекрест Фореля*. Красное ядро получает нервные импульсы по нервным волокнам, следующим от ядер мозжечка, от ядер центрального серого вещества среднего мозга и от нейронов бледного шара.

9. В покрышке среднего мозга располагаются ретикулярные ядра среднего мозга. Ретикулярная формация среднего мозга образована ядрами центрального серого вещества. *Вентральная покрышечная (тегментальная) область (area ventralis tegmenti)* – это непарная область в покрышке среднего мозга, в которой располагается несколько небольших ядер, лежащих вблизи средней линии среднего мозга и образованных дофаминергическими нейронами. На уровне среднего мозга находятся *клиноподобные ретикулярные ядра (nucleus cuneiformis)* и *задние ретикулярные ядра покрышки среднего мозга (nucleus tegmenti dorsalis, ядро Гуддена)*.

Между покрышкой и основанием среднего мозга располагается чёрное вещество.

10. *Чёрное вещество (substantia nigra)* – это парное крупное дисковидное ядро, образованное нейронами, содержащими в цитоплазме нейромеланин. Чёрное вещество является частью экстрапирамидной системы.

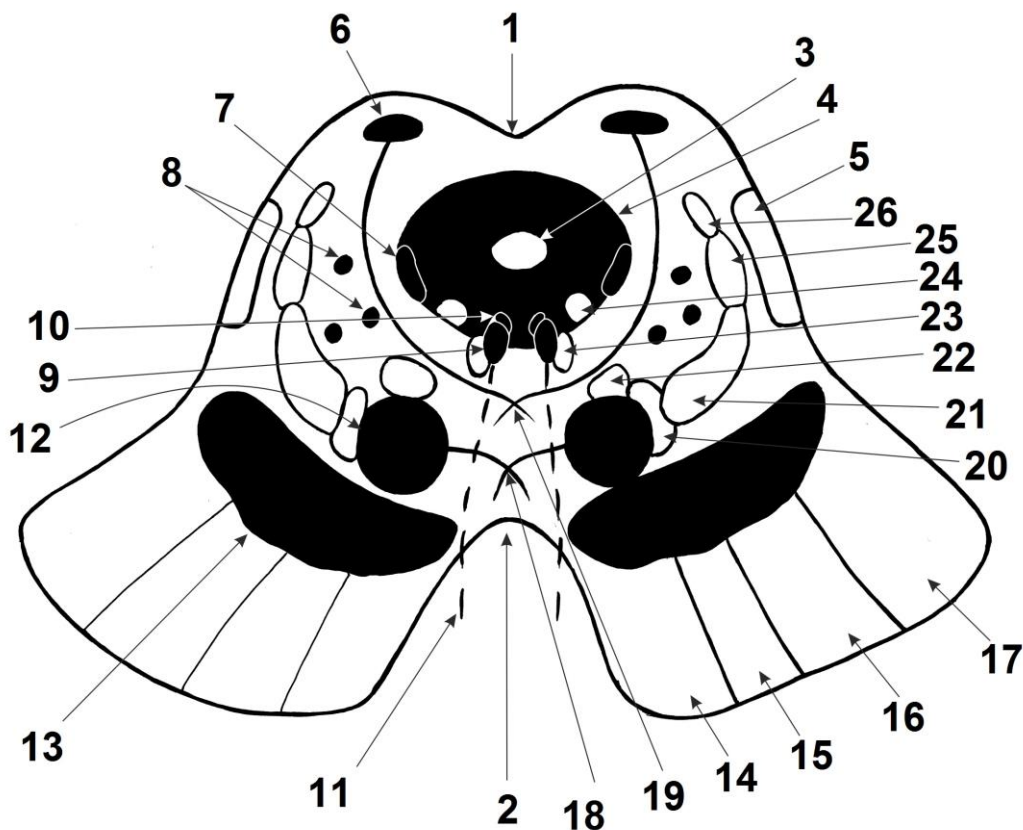


Рис. 10. Внутреннее макроскопическое строение среднего мозга (срез через верхние холмики) (рисунки Ивановой В.В., 2020)

1. Продольный желобок
2. Межножковая ямка (fossa interpeduncularis)
3. Водопровод мозга (aqueductus cerebri)
4. Центральное серое вещество (substantia grisea centralis)
5. Ручка нижнего холмика (brachium colliculus inferior)
6. Ядра верхних холмиков (nucleus colliculi superioris)
7. Среднемозговое ядро тройничного нерва (nucleus mesencephalicus nervi trigemini)
8. Ретикулярная формация среднего мозга (formation reticularis mesencephali)
9. Ядро глазодвигательного нерва (nucleus nervi oculomotorii)
10. Добавочное ядро глазодвигательного нерва (nucleus accessorii nervi oculomotorii)
11. Глазодвигательный нерв (nervus oculomotorius)
12. Красное ядро (nucleus ruber)
13. Чёрное вещество (substantia nigra)
14. Лобно-мостовой путь (tractus frontopontinus)
15. Кортиково-ядерный путь (tractus corticonuclearis)
16. Кортиково-спинномозговой путь (tractus corticospinalis)
17. Затылочно-височно-теменно-мостовой путь (tractus occipito-temporo-parieto-pontinus)
18. Передний покрывчатый перекрест (decussatio tegmentalis anterior)
19. Задний покрывчатый перекрест (decussatio tegmentalis posterior)

20. Мозжечково-красноядерный путь (*tractus cerebellorubralis*)
21. Медиальная петля (*lemniscus medialis*)
22. Центральный покрывчатый путь (*tractus tegmentalis centralis*)
23. Медиальный продольный пучок (*fasciculus longitudinalis medialis*)
24. Задний продольный пучок (*fasciculus longitudinalis posterior*)
25. Спинно-таламический путь (*tractus spinothalamicus*)
26. Спинно-крышечный путь (*tractus spinotectalis*)

Белое вещество среднего мозга

В покрывке среднего мозга в срединной сагиттальной плоскости располагается шов среднего мозга, образованный перекрещивающимися нервными волокнами крыше-спинномозговых и красноядерно-спинномозговых путей.

К восходящим проводящим путям покрывки среднего мозга относятся:

1. *Луковично-таламический путь (tractus bulbothalamicus)*, представленный нервными волокнами медиальной петли, то есть аксонами, которые идут от тонкого и клиновидного ядер продолговатого мозга к ядрам зрительного бугра.

2. *Спинно-таламический путь (tractus spinothalamicus)*, представленный нервными волокнами спинномозговой петли, которые связывают ядра задних рогов спинного мозга и ядра зрительного бугра.

3. *Ядерно-таламический путь (tractus nucleothalamicus)*, представленный нервными волокнами тройничной петли, которые начинаются от чувствительных ядер тройничного нерва и идут к ядрам зрительного бугра.

4. *Латеральная петля (lemniscus lateralis)*, представленная нервными волокнами слухового пути, которые начинаются от улитковых ядер преддверно-улиткового нерва и следуют в слуховые зоны коры конечного мозга, минуя зрительный бугор.

Волокна медиальной и латеральной петель располагаются в верхне-латеральных отделах покрывки среднего мозга.

5. *Передний спинно-мозжечковый путь (tractus spinocerebellaris)* представлен нервными волокнами, которые начинаются от ядер задних рогов спинного мозга и заканчиваются в коре мозжечка.

К нисходящим проводящим путям покрывки среднего мозга относятся:

1. *Медиальный продольный пучок (fasciculus longitudinalis medialis)*, передний продольный пучок, который обеспечивает сочетан-

ные движения глаз и головы. Это парный пучок, сформированный аксонами нейронов ядра задней спайки и интерстициального ядра и проходящий в покрышке среднего мозга вблизи срединной линии впереди заднего продольного пучка. Медиальный продольный пучок продолжается в дорсальную часть моста, следуя в покрышке моста, а в продолговатом мозге отклоняется вентрально. В спинном мозге он располагается в переднем канатике на уровне верхних шести шейных спинномозговых сегментов.

Медиальный продольный пучок осуществляет связь ядер, обеспечивающих иннервацию мышц глазного яблока (ядра III, IV и VI черепных нервов), мышц шеи (ядра XI черепного нерва и двигательные ядра передних рогов шейных спинномозговых сегментов), а также боковых и средних преддверных ядер VIII черепного нерва. Координируют работу перечисленных ядер черепных нервов нейроны ядра задней спайки и интерстициального ядра.

В пределах среднего мозга из состава медиального продольного пучка выходят нервные волокна, следующие к нейронам ядра глазодвигательного нерва и нейронам ядра блокового нерва своей и противоположной сторон. В пределах моста из медиального продольного пучка отделяются нервные волокна, следующие к нейронам ядер отводящего нерва. В пределах продолговатого и спинного мозга от медиального продольного пучка нервные волокна направляются к нейронам двигательного ядра добавочного нерва и двигательным ядрам передних рогов шести верхних шейных спинномозговых сегментов, отвечающих за иннервацию мышц шеи.

В среднем мозге к медиальному продольному пучку добавляются нервные волокна из заднего продольного пучка, а в мосте – нервные волокна от среднего и бокового преддверных ядер, которые следуют в промежуточное ядро.

Кроме координации работы мышц глазного яблока, головы и шеи, медиальный продольный пучок выполняет важную интегративную роль в деятельности скелетных мышц глазного яблока, то есть обеспечивает иннервацию взора. Осуществляя связь между нейронами ядер глазодвигательного и отводящего нервов своей и противоположной сторон, медиальный продольный пучок обеспечивает согласованную функцию латеральной и медиальной прямых мышц глаза, проявляющуюся в сочетанном движении глаз в сторону. Например, при горизонтальном смещении обоих глаз в одну из сторон (взор налево или направо) происходит одновременное сокра-

щение латеральной прямой мышцы (сочетающееся с расслаблением медиальной прямой мышцы) одного глаза и медиальной прямой мышцы (сочетающееся с расслаблением латеральной прямой мышцы) другого глаза.

Левый и правый медиальные продольные пучки тесно взаимосвязаны: каждый медиальный продольный пучок имеет как перекрещивающиеся, так и неперекрещивающиеся нервные волокна. Проекция на своей стороне имеют двигательные нейроны, иннервирующие мышцу, поднимающую верхнее веко, и все четыре прямые мышцы глаза (верхнюю, нижнюю, медиальную, латеральную), а также трапецевидную, грудино-ключично-сосцевидную и другие мышцы шеи. Перекрещивающиеся нервные волокна иннервируют верхнюю и нижнюю косые мышцы глазного яблока.

2. *Задний продольный пучок (fasciculus longitudinalis posterior), пучок Шутце* – обеспечивает связь ядер подбугорной области с вегетативными ядрами ствола головного мозга и спинного мозга. Это парный пучок, сформированный аксонами нейронов задних ядер подбугорной области промежуточного мозга и проходящий в дорсальной части покрывки среднего мозга под центральным серым веществом вблизи срединной линии.

В среднем мозге часть нервных волокон заднего продольного пучка направляется к добавочному ядру глазодвигательного нерва. В области моста от заднего продольного пучка отходят нервные волокна к верхнему слюноотделительному ядру лицевого нерва. В продолговатом мозге от заднего продольного пучка отделяются нервные волокна к нижнему слюноотделительному ядру языкоглоточного нерва и заднему ядру блуждающего нерва. В спинном мозге задний продольный пучок располагается в виде узкой ленты в боковом канатике. Нервные волокна заднего продольного пучка сегментарно заканчиваются на нейронах латеральных промежуточных ядер, являющихся вегетативными симпатическими центрами спинного мозга. Небольшая часть нервных волокон заднего продольного пучка на уровне поясничных спинномозговых сегментов располагается вблизи центрального канала и получает название околоэпендимального пучка. Нервные волокна околоэпендимального пучка заканчиваются на нейронах крестцовых парасимпатических ядер.

3. *Крыше-спинномозговой путь (tractus tectospinalis)* – начинается от нейронов ядер холмиков крыши среднего мозга и заканчивается на ядрах передних рогов спинного мозга. Нервные

волокна этого пути образуют задний покрышечный перекрест (перекрест Мейнерта) и обеспечивают произвольную мышечную реакцию организма на световые или звуковые раздражители.

4. *Красноядерно-спинномозговой путь (tractus rubrospinalis)* начинается от нейронов красных ядер и заканчивается на ядрах передних рогов спинного мозга. Нервные волокна этих путей образуют передний покрышечный перекрест (перекрест Фореля) и обеспечивает поддержание тонуса скелетных мышц.

5. *Ретикулярно-спинномозговой путь (tractus reticulospinalis)* – начинается от нейронов ретикулярных ядер среднего мозга и заканчивается на ядрах передних рогов спинного мозга. Функция этого пути аналогична таковой красноядерно-спинномозгового пути.

6. В средней части покрышки среднего мозга располагается *центральный покрышечный путь (tractus tegmentalis centralis, tractus talamorubroolivaris)*, *путь Бехтерева* – нисходящий проводящий путь, который образован нервными волокнами, идущими от ядер зрительного бугра, бледного шара, красного ядра и ретикулярных ядер среднего мозга к главному оливковому ядру и ретикулярным ядрам продолговатого мозга. Центральный покрышечный путь принимает участие в координации деятельности структур экстрапирамидной системы.

В основании среднего мозга располагаются исключительно нисходящие проводящие пути, которые следуют от коры конечного мозга. В основании среднего мозга проводящие пути располагаются в следующем порядке (от медиального к латеральному краю): лобно-мостовой путь, корково-ядерный, корково-спинномозговой и затылочно-височно-теменно-мостовой.

1. *Лобно-мостовой путь (tractus frontopontinus)* – это самый медиальный путь ножек мозга, который связывает кору лобной доли конечного мозга и собственные ядра моста.

2. *Корково-ядерный путь (tractus corticonuclearis)* – это парный проводящий нисходящий путь от коры передцентральной извилины конечного мозга к двигательным ядрам ствола головного мозга.

3. *Корково-спинномозговой путь (tractus corticospinalis)* – это парный проводящий нисходящий путь, идущий от коры передцентральной извилины конечного мозга к двигательным ядрам передних рогов спинного мозга.

4. *Затылочно-височно-теменно-мостовой путь (tractus occipitotemporo-parietopontinus)* связывает кору затылочной, височной

и теменной долей полушарий конечного мозга с собственными ядрами моста.

Функции среднего мозга:

1. Координационная (в среднем мозге располагаются красное ядро, чёрное вещество и ретикулярные ядра, обеспечивающие поддержание тонуса скелетных мышц).

2. Рефлекторная (ядра холмиков крыши среднего мозга, вегетативные ядра III и IV черепных нервов, обеспечивающие сторожевые и вегетативные рефлексы).

3. Проводниковая (обеспечивает взаимодействие структур конечного мозга со структурами ромбовидного и спинного мозга).

Контрольные вопросы

1. Из какого отдела нервной трубки развивается средний мозг?
2. С какими отделами центральной нервной системы граничит средний мозг?
3. Какие структуры имеет дорсальный отдел среднего мозга?
4. Какие структуры имеет вентральный отдел среднего мозга?
5. Чем представлено четверохолмие?
6. Какие черепные нервы выходят из среднего мозга?
7. Чем представлено серое вещество среднего мозга?
8. Ядра каких черепных нервов располагаются в покрышке среднего мозга?
9. Какие восходящие проводящие пути следуют в покрышке среднего мозга?
10. Какие нисходящие проводящие пути начинаются от ядер крыши среднего мозга?
11. Какая структура делит средний мозг на основание и покрышку?
12. Где в среднем мозге располагаются красные ядра, какие нисходящие проводящие пути от них начинаются?
13. Какие проводящие пути проходят в основании ножек среднего мозга?
14. Морфо-функциональная характеристика медиального продольного пучка.
15. Морфо-функциональная характеристика заднего продольного пучка.

Тестовые задания

Выберите один правильный ответ.

1. ПОЛОСТЬЮ СРЕДНЕГО МОЗГА ЯВЛЯЕТСЯ
 - a) центральный канал
 - b) третий желудочек мозга
 - c) водопровод мозга
 - d) четвёртый желудочек мозга

2. СРЕДНИЙ МОЗГ СООБЩАЕТСЯ С МОЗЖЕЧКОМ ПОСРЕДСТВОМ
 - a) верхних ножек мозжечка
 - b) средних ножек мозжечка
 - c) нижних ножек мозжечка
 - d) ножек мозга

3. НА ГРАНИЦЕ ПОКРЫШКИ И НОЖЕК СРЕДНЕГО МОЗГА ЛОКАЛИЗУЕТСЯ
 - a) красное ядро
 - b) водопровод мозга
 - c) заднее продырявленное пространство
 - d) чёрное вещество

4. НА ЗАДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ СРЕДНЕГО МОЗГА ВЫХОДИТ НЕРВ
 - a) отводящий
 - b) блоковый
 - c) глазодвигательный
 - d) тройничный

5. КОРКОВО-СПИННОМОЗГОВОЙ ПУТЬ СЛЕДУЕТ В СОСТАВЕ
 - a) ручек верхних холмиков
 - b) ручек нижних холмиков
 - c) покрышки среднего мозга
 - d) ножек мозга

6. ЗА СОЧЕТАННЫЕ ДВИЖЕНИЯ ГЛАЗ И ГОЛОВЫ ОТВЕЧАЕТ
 - a) медиальный продольный пучок
 - b) задний продольный пучок
 - c) латеральная петля
 - d) красноядерно-спинномозговой путь

7. ОБЕСПЕЧИВАЮТ НЕПРОИЗВОЛЬНУЮ МЫШЕЧНУЮ РЕАКЦИЮ ОРГАНИЗМА НА СВЕТОВЫЕ ИЛИ ЗВУКОВЫЕ РАЗДРАЖИТЕЛИ

- a) задний продольный пучок
- b) латеральная петля
- c) крыше-спинномозговой путь
- d) краснойдерно-спинномозговой путь

8. ЧЕРЕПНОЙ НЕРВ, НЕ ИМЕЮЩИЙ ЯДЕР В СРЕДНЕМ МОЗГЕ

- a) блоковый нерв
- b) отводящий нерв
- c) тройничный нерв
- d) глазодвигательный нерв

9. К ВОСХОДЯЩИМ ПРОВОДЯЩИМ ПУТЯМ СРЕДНЕГО МОЗГА ОТНОСИТСЯ

- a) медиальная петля
- b) крыше-спинномозговой путь
- c) краснойдерно-спинномозговой путь
- d) корково-спинномозговой путь

10. ПОДКОРКОВЫМИ ЦЕНТРАМИ ЗРЕНИЯ СРЕДНЕГО МОЗГА ЯВЛЯЮТСЯ

- a) ядра нижних холмиков
- b) ядра верхних холмиков
- c) ядра глазодвигательного нерва
- d) красные ядра

Эталоны ответов:

1	c
2	a
3	d
4	b
5	d
6	a
7	c
8	b
9	a
10	b

Промежуточный мозг

Развитие промежуточного мозга

Промежуточный мозг развивается из промежуточного мозгового пузыря, который растёт неравномерно. Наиболее значительно развиваются его боковые части, дающие начало закладкам зрительных бугров. Вентральная стенка утолщается незначительно и образует закладку подбугорной области. Из заднего отдела дорсальной части промежуточного мозгового пузыря развиваются структуры надбугорной области, из переднего отдела дорсальной части – крыша третьего желудочка мозга. Полость промежуточного мозгового пузыря служит закладкой полости третьего желудочка мозга. Развитие промежуточного мозга связано с совершенствованием зрительного анализатора и усложнением организации вегетативной части нервной системы.

Макроскопическое строение промежуточного мозга

Внешнее макроскопическое строение промежуточного мозга

Промежуточный мозг (diencephalon) – это самый роstralный отдел ствола головного мозга, который располагается между средним и конечным мозгом. Промежуточный мозг является частью переднего мозга и лежит под сводом, срастаясь латерально с полушариями конечного мозга (рис. 11).

На основании головного мозга передняя граница промежуточного мозга проходит впереди перекреста зрительных нервов, а задняя – по верхнему краю ножек мозга.

Внутреннее макроскопическое строение промежуточного мозга

Полостью промежуточного мозга является *третий желудочек мозга (ventriculus tertius)*, который сообщается с боковыми желудочками мозга и водопроводом мозга.

В промежуточном мозге выделяют прекрышу, покрывку, таламический мозг и гипоталамический мозг (рис. 11).

Прекрыша промежуточного мозга

Прекрыша (pretectum) промежуточного мозга является роstralным продолжением крыши среднего мозга и простирается от

пластинки четверохолмия среднего мозга до шишковидного тела. Препрыша промежуточного мозга образована задней спайкой мозга и претектальными ядрами (рис. 11).

Задняя спайка мозга (commissura posterior) – это пучок комиссуральных нервных волокон, соединяющих между собой задние ядра зрительных бугров, а также ядра латеральных коленчатых тел противоположных сторон. Задняя спайка мозга располагается над верхним (передним) отверстием водопровода мозга в нижней части задней стенки третьего желудочка.

Претектальные ядра (nuclei pretegmentales) представлены передними претектальными ядрами, задними претектальными ядрами, оливными претектальными ядрами и ядрами зрительного тракта. Претектальные ядра являются подкорковыми центрами зрения.

Покрышка промежуточного мозга

Покрышка (tegmentum), субталамическая область (subthalamus, субталамус) промежуточного мозга является ростральным продолжением покрышки среднего мозга. Эта область расположена под зрительными буграми, позади сосцевидных тел. Покрышка промежуточного мозга содержит ядра, продолжающиеся в неё из покрышки среднего мозга, а именно: ростральный отдел красного ядра, чёрного вещества, центрального серого вещества. Кроме того, в покрышке промежуточного мозга располагаются субталамические тела и неопределённая зона (рис. 11).

Субталамические тела (nucleus subthalamicus), тела Люиса – это парные округлые ядра, расположенные вентральнее зрительных бугров. Субталамические тела являются компонентом экстрапирамидной системы.

Неопределённая зона (zona incerta) находится в латеральных отделах покрышки промежуточного мозга над субталамическими телами, медиальнее внутренней капсулы. Неопределённая зона представляет собой горизонтальную область, содержащую несколько мелких ядер, состоящих из рыхло расположенных мультиполярных нейронов. Ядра неопределённой зоны относятся к ретикулярным ядрам промежуточного мозга и являются вентро-каудальным продолжением ретикулярных ядер зрительного бугра. Неопределённая зона отделена от расположенной медиальнее боковой стенки третьего желудочка медиальным полем (поле Фореля Н), от расположенных выше вентральных ядер зрительного бугра – дорсаль-

ным полем (поле Фореля Н1), от расположенных ниже субталамических тел – вентральным полем (поле Фореля Н2).

Таламический мозг

Таламический мозг (thalamencephalon) – это дорсальная часть промежуточного мозга, которая состоит из зрительного бугра, надталамической области и заталамической области (рис. 11).

Зрительный бугор (thalamus, таламус) – это парная яйцевидная структура, расположенная в боковых отделах промежуточного мозга и формирующая боковые стенки третьего желудочка мозга. Спереди зрительный бугор заострён и образует *передний бугорок (tuberculum anterior)*, сзади зрительный бугор расширен и образует *подушку (pulvinar)*, которая нависает над коленчатыми телами. Зрительный бугор является «коллектором» всех видов чувствительности, за исключением слуховой.

Зрительный бугор на фронтальном срезе промежуточного мозга имеет форму, близкую к прямоугольному треугольнику, поэтому в нём выделяют три поверхности.

Верхняя (дорсальная) поверхность зрительного бугра образует нижнюю стенку центральной части боковых желудочков мозга. Латеральной границей верхней поверхности зрительного бугра, которая отделяет его от хвостатого ядра, является *пограничная борозда (sulcus terminalis)*. Пограничная борозда образует латеральную границу промежуточного мозга, отделяя его от структур конечного мозга. В этой борозде проходит пучок нервных волокон, образующих *терминальную (концевую) полосу (stria terminalis)*.

Медиальная поверхность зрительного бугра обращена в полость третьего желудочка мозга, образуя его боковые стенки. Вверху медиальная поверхность зрительного бугра отделена от верхней поверхности зрительного бугра пучком нервных волокон, формирующих *мозговую полосу зрительного бугра (stria medullaris thalami)*. Выраженность мозговых полосок зрительного бугра нарастает от переднего бугорка к подушке зрительного бугра. Каудально мозговые полоски зрительного бугра переходят в треугольники поводков надталамической области.

Медиальные поверхности правого и левого зрительных бугров обращены друг к другу и связаны *межбугорным сращением (adhesion interthalamica, межталамическое сращение)*, расположенным примерно в середине медиальных поверхностей зрительного бугра.

Латеральная поверхность зрительного бугра обращена к полушариям конечного мозга и граничит с нервными волокнами внутренней капсулы. В каудальном направлении зрительный бугор переходит в покрывку промежуточного мозга.

Поверхность зрительного бугра покрыта тонким слоем белого вещества – *поясным слоем (stratum zonale)*, кнутри от которого располагаются ядра зрительного бугра, разделённые тонкими пластинками белого вещества – *мозговыми пластинками зрительного бугра (laminae medullares thalami)*. В передне-заднем направлении через зрительные бугры проходит пластинка белого вещества, расщепляющаяся на две части по направлению к бугорку зрительного бугра. Эта Y-образная пластина получает название *внутренней мозговой пластины (lamina medullaris medialis)*. Во внутренней мозговой пластине располагается несколько мелких округлых ядер – внутрипластинчатые ядра (например, медиальное центральное, латеральное центральное, срединное центральное, парацентральное, парафасцикулярное и др.).

Внутренняя мозговая пластина разделяет зрительный бугор на 3 части: среднюю, боковую и переднюю. Боковые части зрительных бугров подразделяется на дорсальную и вентральную зоны. В каждой из перечисленных частей располагаются ядра зрительного бугра, разделённые тонкими пластинками белого вещества. Группы ядер, расположенные в одной части зрительного бугра, иногда называют комплексами или композитными ядрами. Латеральнее боковой части зрительных бугров располагается пластинка белого вещества – *наружная мозговая пластина (lamina medullaris lateralis)*. Снаружи от наружной мозговой пластины располагается пластинчатое ядро – ретикулярное ядро зрительного бугра. Латеральнее ретикулярного ядра зрительного бугра находится внутренняя капсула.

В каждом зрительном бугре выделяют около 50 ядер, которые топографически разделяют на следующие группы: переднюю, заднюю, медиальную, срединную (центральную), вентральную (вентролатеральную) и дорсальную (дорсолатеральную).

1. *Передняя группа ядер зрительного бугра (nuclei anteriores thalami)* включает ядра, расположенные между расходящимися пластинками внутренней мозговой пластины. К передней группе ядер зрительного бугра относят переднедорсальное, переднемедиальное и передневентральное (антеровентральное) ядра. Передняя группа ядер зрительного бугра является подкорковым центром обоняния

и получает афферентные нервные волокна от сосцевидных тел через сосцевидно-таламический пучок. Эфферентные нервные волокна от этих ядер направляются к парагиппокампальной извилине (корковый центр обоняния).

2. *Задняя (каудальная) группа ядер зрительного бугра (nuclei posteriores thalami)* включает ядра подушки (переднее ядро подушки, нижнее ядро подушки, латеральное ядро подушки, медиальное ядро подушки), а также надколенчатое ядро, ограничивающее ядро и заднее ядро. Задняя группа ядер зрительного бугра является подкорковыми центрами зрения, на нейронах этой группы ядер заканчивается часть нервных волокон зрительного пути. Аксоны нейронов ядер задней группы связаны с верхними холмиками крыши среднего мозга, латеральными коленчатыми телами и корой конечного мозга.

3. *Медиальная группа ядер зрительного бугра (nuclei mediales thalami)* включает медиальное дорсальное ядро и расположенное под ним медиальное вентральное ядро. Эти ядра имеют двусторонние связи с корой лобной, теменной и височной долей конечного мозга, участвуя в проведении болевой, температурной, тактильной, проприоцептивной и интерорецептивной чувствительности.

4. *Центральная (срединная) группа ядер зрительного бугра (nuclei centrales thalami)* включает ядра, расположенные под эпендимой боковых стенок третьего желудочка от межжелудочковых отверстий до задней спайки. Центральная группа ядер зрительного бугра включает паравентрикулярное, паратениальное, соединяющее и ромбовидное ядра. Центральная группа ядер зрительного бугра представлена подкорковыми вестибулярными ядрами, в которых заканчиваются нервные волокна преддверно-таламического пути. Кроме того, к ядрам этой группы следуют афферентные нервные волокна от ядер подбугорной области, ретикулярных ядер ствола головного мозга и спинно-таламического пути в составе медиальной петли. Аксоны нейронов этих ядер направляются в кору височных и лобных долей конечного мозга, к морскому коньку, миндалевидному телу и поясной извилине.

5. *Вентральная (вентролатеральная) группа ядер зрительного бугра (nuclei ventrales thalami)* включает ядра, расположенные в вентральной зоне боковой части зрительного бугра над неопределённой зоной. Выделяют задний вентральный (вентробазальный), передний вентральный, вентральный медиальный (вентромедиальный) и вентральный латеральный (вентролатеральный) комплекс

ядер. Задний вентральный комплекс ядер располагается в заднем отделе вентральной зоны боковой части зрительных бугров и включает вентральное заднелатеральное и вентральное заднемедиальное ядра. Передний вентральный комплекс ядер включает промежуточное вентральное, внутреннее заднее вентральное ядро, мелко-клеточное заднее вентральное ядро. Вентральный медиальный комплекс ядер располагается медиальнее и ниже вентрального латерального комплекса ядер и включает основное вентральное медиальное ядро, субмедиальное ядро, задненижнее вентральное ядро. Вентральный латеральный комплекс ядер располагается между ретикулярным ядром зрительного бугра и дорсомедиальным ядром. Вентральный латеральный комплекс ядер включает переднее вентролатеральное и заднее вентролатеральное ядра. Вентральная группа ядер зрительного бугра является подкорковым центром общей чувствительности, на ядрах этой группы заканчиваются нервные волокна спинномозговой, медиальной и тройничной петель. Большая часть аксонов нейронов этих ядер направляются в позадицентральную извилину и формируют таламо-корковый путь. Меньшая часть аксонов нейронов ядер вентральной группы заканчивается на ядрах медиальной группы зрительного бугра.

6. *Дорсальная (дорсолатеральная) группа ядер зрительного бугра (nuclei dorsales thalami)* включает ядра, расположенные в дорсальной зоне боковой части зрительного бугра. Дорсальную группу ядер зрительного бугра образуют латеральное дорсальное и латеральное заднее ядра.

К ядрам зрительного бугра следуют нервные волокна противоположной стороны в составе следующих восходящих проводящих путей:

1. Медиальная петля, сформированная луковично-таламическими нервными волокнами тонкого и клиновидного ядер (проводит проприоцептивную и механоцептивную от шеи, туловища и конечностей).

2. Спинномозговая петля, сформированная передним и боковым-спинно-таламическим путём (проводит болевую и температурную чувствительность от шеи, туловища и конечностей).

3. Тройничная петля (петля тройничного нерва), сформированная нервными волокнами чувствительных ядер тройничного нерва (проводит общую чувствительность от головы), а также чувствительных ядер языкоглоточного и блуждающего нервов (проводят

общую чувствительность от глотки, гортани, а также интероцептивную чувствительность от внутренних органов).

4. Зрительный путь, заканчивающийся в ядрах подушки зрительного бугра и ядрах латерального коленчатого тела.

5. Преддверно-таламический путь, заканчивающийся в ядрах центральной группы ядер зрительного бугра.

От ядер зрительного бугра нервные волокна следуют к базальным ядрам (таламо-базальные пути) и коре конечного мозга (таламо-корковые пути).

Таламо-корковые пути образуют:

1. *Переднюю таламическую лучистость (radiatio anterior thalami)*, нервные волокна которой через переднюю ножку внутренней капсулы следуют к коре лобной доли конечного мозга.

2. *Центральную таламическую лучистость (radiatio centralis thalami)*, нервные волокна которой через заднюю ножку внутренней капсулы следуют к коре лобной и теменной долей конечного мозга.

3. *Заднюю таламическую лучистость (radiatio posterior thalami)*, нервные волокна которой через заднюю ножку внутренней капсулы следуют к коре затылочной доли конечного мозга.

4. *Нижнюю таламическую лучистость (radiatio inferior thalami)*, нервные волокна которой через заднюю ножку внутренней капсулы следуют к коре височной доли и коре островка конечного мозга.

Надталамическая область (epithalamus, эпиталамус) – это область, расположенная позади зрительного бугра и включающая: *треугольники поводков (trigonum habenulae)*, *поводки (habenula)*, *спайку поводков (comissura habenularum)* и *шишковидное тело (epiphysis)*.

Треугольники поводков – это парные структуры, которые представляют собой треугольные пластинки, являющиеся каудальным продолжением мозговых полосок зрительных бугров. В треугольниках поводков располагаются медиальные и латеральные ядра поводков.

Поводки – это парные структуры, которые являются продолжением треугольников поводков и заканчиваются в шишковидном теле. Около шишковидного тела правый и левый поводки соединены между собой спайкой поводков.

Шишковидное тело (эпифиз, шишковидная железа) – это непарная структура конической формы (размеры 8–10 × 6 мм, масса 0,15–

0,2 г), сплюснутая в верхне-нижнем направлении, относящаяся к промежуточному мозгу и расположенная под валиком мозолистого тела между холмиками верхнего двуххолмия крыши среднего мозга. Шишковидное тело имеет функциональные связи с эндокринными железами: надпочечниками, щитовидной железой, поджелудочной железой и гонадами. Шишковидное тело вырабатывает большое число биологически активных веществ, основными из которых являются мелатонин и серотонин.

На ядрах треугольников поводков оканчивается часть нервных волокон мозговых полосок зрительного бугра. Оставшиеся нервные волокна мозговых полосок зрительных бугров следуют в шишковидное тело и к ядрам верхних бугорков крыши среднего мозга.

Заталамическая область (metathalamus, метаталамус, периталамус) – это область, расположенная позади и снаружи от зрительных бугров и охватывающая их. Она представлена двумя парами валиков – нижними *медиальными коленчатыми телами (corpus geniculatum mediale)* и верхними *латеральными коленчатыми телами (corpus geniculatum laterale)*. Латеральные коленчатые тела являются непосредственным продолжением зрительных трактов и с помощью верхних ручек связаны с верхними холмиками крыши среднего мозга. Медиальные коленчатые тела с помощью нижних ручек связаны с нижними бугорками четверохолмия. В коленчатых телах располагаются ядра коленчатых тел.

Ядра латеральных коленчатых тел (дорсальное латеральное коленчатое ядро, вентральное латеральное коленчатое (подколенчатое) ядро) являются подкорковыми центрами зрения, в них оканчивается латеральная часть нервных волокон, идущих в составе зрительного нерва и зрительного тракта. Аксоны нейронов этих ядер направляются в кору затылочной доли полушарий конечного мозга (корковый центр зрения).

Ядра медиальных коленчатых тел (медиальное коленчатое ядро, медиальное крупноклеточное коленчатое ядро, вентральное основное и дорсальное основное коленчатые ядра) являются подкорковыми центрами слуха, в них оканчиваются некоторые нервные волокна, идущие в составе латеральной петли, берущей начало от улитковых ядер преддверно-улиткового нерва. Аксоны нейронов этих ядер направляются в кору височной доли полушарий конечного мозга (корковый центр слуха).

Гипоталамический мозг

Гипоталамический мозг (hypothalamus, гипоталамус, подбугорная область, гипоталамическая область – это вентральная часть промежуточного мозга, расположенная под зрительными буграми ниже подбугорных борозд (рис. 11).

Гипоталамический мозг содержит большое количество ядер – ядер гипоталамуса, разделённых тонкими пластинками белого вещества. Некоторые ядра гипоталамуса (задние гипоталамические, туберо-мамиллярные, надсосцевидные, медиальное и латеральное мамиллярные) образованы обычными нейронами, тогда как другие ядра гипоталамуса (супраоптическое, паравентрикулярное, дугообразное, вентромедиальное, дорсомедиальное, супрахиазматическое) образованы особыми нейронами – нейросекреторными клетками (нейроэндокринными клетками, нейроэндокриноцитами), которые способны синтезировать, накапливать и выделять в кровь биологически активные вещества. Ядра гипоталамуса, образованные нейросекреторными клетками, называют нейросекреторными ядрами.

Некоторые нейросекреторные клетки не входят в состав нейросекреторных ядер и располагаются в гипоталамическом мозге диффузно.

Гипоталамический мозг разделён срединной сагиттальной плоскостью на правую и левую половину. В каждой из этих половин выделяют перивентрикулярную, медиальную и латеральную зоны. Границей между медиальной и латеральной зонами служат в передней части гипоталамического мозга - посткомиссуральная часть столбиков свода, а в задней части – сосцевидно-таламические тракты.

Перивентрикулярная зона гипоталамического мозга содержит переднее перивентрикулярное, перивентрикулярное предоптическое и заднее перивентрикулярное ядра.

В передне-заднем направлении медиальную зону гипоталамического мозга разделяют на три отдела: передний отдел; промежуточный отдел; задний отдел.

Передний (супраоптический) отдел подбугорной области (area hypothalamica anterior) на основании головного мозга соответствует месту расположения *зрительного перекреста (chiasma opticum)* и преоптической зоне.

Зрительный перекрест (перекрест зрительных нервов) – это структура, в которой часть нервных волокон зрительного нерва одной стороны переходит на противоположную сторону.

Преоптическая зона находится впереди от зрительного перекреста и рострально переходит в концевую пластинку (см. далее – с. 119). В этой зоне располагаются медиальное преоптическое, латеральное преоптическое, срединное преоптическое и перивентрикулярное преоптическое ядра.

Помимо преоптических ядер передний отдел подбугорной области содержит парные супраоптические (ядра Мейнерта), паравентрикулярные, супрахиазматические и передние гипоталамические ядра.

Супраоптические и паравентрикулярные ядра образованы нейросекретонными клетками, которые синтезируют вазопрессин (антидиуретический гормон) и окситоцин, соответственно. Эти биологически активные вещества по аксонам нейросекреторных клеток следуют в заднюю долю гипофиза (нейрогипофиз), накапливаются в нервных окончаниях нейросекреторных клеток и освобождаются в кровь.

Супрахиазматические ядра образованы нейросекретонными клетками, которые синтезируют, накапливают и выделяют в кровь *гипофизотропные* (аденогипофизотропные) *гормоны* (факторы).

Промежуточный (туберальный, средний) отдел подбугорной области (area hypothalamica intermedia) располагается позади зрительного перекреста и на основании головного мозга соответствует месту расположения *серого бугра (tuber cinereum)*.

Серый бугор – это непарный выступ нижней стенки третьего желудочка мозга, расположенный между перекрестом зрительных нервов и сосцевидными телами. В боковых отделах серый бугор ограничен зрительными трактами.

Средний отдел подбугорной области содержит парные дорсомедиальные, вентромедиальные, латеральные гипоталамические, латеральные бугорные, бугорно-сосцевидные, перифорникальные, а также непарное дугообразное ядро.

Дугообразное, дорсомедиальное, вентромедиальное ядра являются нейросекретонными ядрами среднего отдела гипоталамуса. Нейросекреторные клетки этих ядер гипоталамуса синтезируют, накапливают и выделяют в кровь *гипофизотропные* (аденогипофизотропные) *гормоны* (факторы). Клетками-мишенями для гипо-

физотропных гормонов являются эндокринные клетки аденогипофиза.

Гипофизотропные гормоны делятся на *либерины*, или рилизинг-гормоны (усиливающие секрецию гормонов аденогипофиза), и *статины*, или ингибирующие гормоны (ослабляющие секрецию гормонов аденогипофиза).

Ядра среднего отдела гипоталамуса формируют нервный центр голода, нервный центр насыщения, пищеварительный нервный центр, нервный центр терморегуляции и др.

Вентрально серый бугор переходит в воронку гипофиза, которая переходит в ножку воронки гипофиза, на дистальном конце которой располагается гипофиз. Гипофиз находится в гипофизарной ямке турецкого седла и покрыт мягкой мозговой оболочкой, которая образует капсулу гипофиза. Ножка воронки гипофиза проходит через отверстие в диафрагме седла.

Гипофиз имеет две макроскопически различимые части: *аденогипофиз* (железистый гипофиз, орогофиз) и *нейрогипофиз*. Аденогипофиз составляет 75 % объема гипофиза, нейрогипофиз – 25 %. Паренхима аденогипофиза представлена разновидностью эпителиальных секреторных клеток – аденоцитами, паренхима нейрогипофиза образована нервной тканью. Строма аденогипофиза и нейрогипофиза образована прослойками рыхлой соединительной ткани, отходящими от его капсулы и проникающими вглубь гипофиза.

Аденогипофиз состоит из передней, промежуточной и туберальной долей гипофиза.

Нейрогипофиз включает срединное возвышение, ножку воронки и заднюю долю гипофиза. Нейрогипофиз не имеет гематоэнцефалического барьера, так как образующие его нервные волокна заканчиваются терминальными нейросекреторными тельцами непосредственно на капиллярах синусоидного типа с формированием нейро-гемальных синапсов.

Задний (мамиллярный) отдел подбугорной области (area hypothalamica posterior) на основании мозга соответствует месту расположения сосцевидных тел, сзади от которых до межножковой ямки простирается покрывка промежуточного мозга.

Задний отдел подбугорной области содержит парные медиальные мамиллярные, промежуточные мамиллярные и латеральные мамиллярные ядра, парные надсосцевидные, задние гипоталамические и другие ядра.

Сосцевидные (сосочковые, сосковидные) тела (*corpora mamillaria*) – это парные сферические бугорки, лежащие симметрично от срединной сагиттальной плоскости, впереди субталамической области. На поверхности сосцевидных тел располагается слой белого вещества, под которым определяются ядра сосцевидных тел.

Сосцевидные тела являются подкорковыми центрами обоняния и получают афферентную информацию из коры парагиппокампальной извилины и крючка парагиппокампальной извилины.

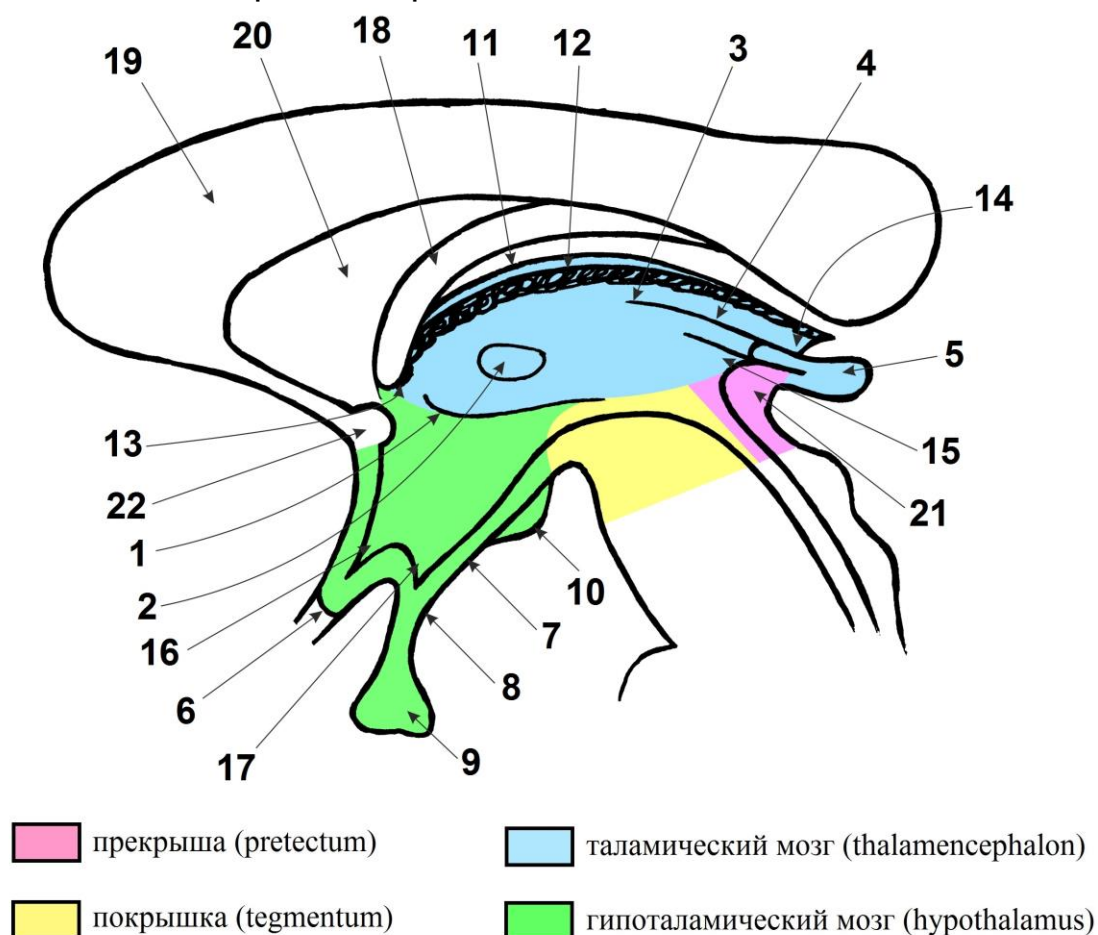


Рис. 11. Макроскопическое строение промежуточного мозга (срединный сагиттальный разрез) (рисунок Ивановой В.В., 2020)

1. Подбугорная борозда
2. Межбугорное сращение (*adhesion interthalamica*)
3. Мозговая полоска зрительного бугра (*stria medullaris thalami*)
4. Поводок (*habenula*)
5. Шишковидное тело (*epiphysis*)
6. Зрительный перекрест (*chiasma opticum*).
7. Серый бугор (*tuber cinereum*)
8. Воронка гипофиза (*infundibulum hypophysialis*)
9. Гипофиз (*hypophysis*)
10. Сосцевидные тела (*corpora mamillaria*)

11. Сосудистая основа третьего желудочка мозга (*tela choroidea ventriculi tertii*)
12. Сосудистое сплетение третьего желудочка мозга (*plexus choroideus ventriculi tertii*)
13. Межжелудочковое отверстие (*foramen interventriculare*)
14. Надшишковидное углубление (*recessus suprapinealis*).
15. Шишковидное углубление (*recessus pinealis*)
16. Зрительное углубление (*recessus opticus*)
17. Углубление воронки (*recessus infundibuli*)
18. Свод (*fornix*)
19. Мозолистое тело (*corpus callosum*)
20. Прозрачная перегородка (*septum pellucidum*)
21. Задняя спайка мозга (*comissura posterior*)
22. Передняя спайка мозга (*comissura anterior*)

Третий желудочек мозга

Третий желудочек мозга (ventriculus tertius) – это непарная щелевидная полость промежуточного мозга, расположенная в срединной сагиттальной плоскости.

Третий желудочек мозга имеет следующие стенки:

1. Боковые стенки, которые образованы медиальными поверхностями зрительных бугров. Правый и левый зрительные бугры соединены между собой *межбугорным сращением (adhesion interthalamica)*, которое связывает их медиальные поверхности.

2. Нижняя стенка, которая образована в передних 3/4 подбугорной областью, а в задней 1/4 – крышкой промежуточного мозга.

3. Задняя стенка – образована *задней спайкой (comissura posterior)* и *спайкой поводков (comissura habenularum)*, между которыми располагается *шишковидное углубление (recessus pinealis)*. Ниже задней спайки полость третьего желудочка мозга сообщается с водопроводом мозга.

4. Верхняя стенка – образована *сосудистой основой третьего желудочка мозга (tela choroidea ventriculi tertii)*, в которой имеется *сосудистое сплетение третьего желудочка мозга (plexus choroideus ventriculi tertii)*. В заднем отделе верхняя стенка образует складку – *надшишковидное углубление (recessus suprapinealis)*. Сосудистая основа третьего желудочка мозга прикрепляется к боковым стенкам зрительного бугра, образуя *ленту зрительного бугра (taenia thalami)*. Сосудистая основа третьего желудочка мозга образована двумя слоями: наружным, представленным мягкой мозговой

оболочкой, и внутренним, представленным одним слоем эпендимоцитов. Сосудистое сплетение третьего желудочка мозга вдаётся в полость третьего желудочка мозга и в передних его отделах, через межжелудочковые отверстия, проникает в передний рог и центральную часть боковых желудочков мозга.

5. Передняя стенка образована *столбиками свода (columna fornicis)*, *передней спайкой (comissura anterior)* и *концевой пластинкой (lamina terminalis)*. Концевая пластинка образует нижнюю часть передней стенки, передняя спайка и столбики свода – верхнюю часть передней стенки.

На дне третьего желудочка мозга имеется 2 углубления:

- *зрительное углубление (recessus opticus)*, которое располагается у нижней границы концевой пластинки перед зрительным перекрестом;
- *углубление воронки (recessus infundibuli)*, которое располагается позади зрительного перекреста, вдаваясь в серый бугор и воронку.

Третий желудочек мозга каудально посредством водопровода мозга сообщается с полостью четвёртого желудочка мозга, а с боковыми желудочками мозга – через парное межжелудочковое отверстие, которое находится в передней части боковых стенок третьего желудочка мозга между бугорком зрительного бугра и столбиками свода.

Функции промежуточного мозга:

1. Обонятельная (ядра сосцевидных тел и передние ядра зрительного бугра являются подкорковыми центрами обоняния).
2. Зрительная (зрительный перекрест, латеральные коленчатые тела, ядра подушки зрительного бугра являются подкорковыми центрами зрения).
3. Слуховая (медиальные коленчатые тела являются подкорковыми центрами слуха).
4. Вегетативная (ядра заднего отдела подбугорной области являются высшими подкорковыми вегетативными центрами).
5. Эндокринная (нейросекреторные ядра подбугорной области, гипофиз и шишковидное тело относятся к центральному отделу эндокринной системы).

Контрольные вопросы

1. Назовите границы промежуточного мозга.
2. Какие структуры входят в таламический мозг?
3. Что такое зрительный бугор?
4. Что является полостью промежуточного мозга?
5. Назовите основные группы ядер зрительного бугра.
6. В каких ядрах зрительного бугра происходит переключение нервных волокон восходящих проводящих путей тактильной и проприоцептивной чувствительности?
7. В каких ядрах зрительного бугра происходит переключение зрительного пути?
8. Перечислите таламо-корковые пути.
9. Какова роль шишковидного тела?
10. Какие ядра расположены в медиальных и латеральных коленчатых телах?
11. Какие структуры включает в себя гипоталамического мозга ?
12. Дайте определение нейросекреторного ядра.
13. Перечислите структуры переднего отдела гипоталамического мозга .
14. Какова функция ядер среднего отдела гипоталамического мозга?
15. Какова функция ядер заднего отдела гипоталамического мозга?
16. Какие структуры формируют стенки третьего желудочка мозга?

Тестовые задания

Выберите один правильный ответ.

1. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ МОЗГ ЛОКАЛИЗОВАН МЕЖДУ
 - a) между мостом и продолговатым мозгом
 - b) между мозжечком и затылочными долями полушарий
 - c) между средним и конечным мозгом
 - d) между мостом и средним мозгом
2. ПОЛОСТЬЮ ПРОМЕЖУТОЧНОГО МОЗГА ЯВЛЯЕТСЯ
 - a) третий желудочек мозга
 - b) четвёртый желудочек мозга
 - c) водопровод мозга
 - d) центральный канал мозга

3. МЕДИАЛЬНЫЕ И ЛАТЕРАЛЬНЫЕ КОЛЕНЧАТЫЕ ТЕЛА ОТНОСЯТСЯ К

- a) субталамической области
- b) надталамической области
- c) подталамической области
- d) заталамической области

4. ШИШКОВИДНОЕ ТЕЛО ОТНОСИТСЯ К

- a) зрительному бугру
- b) подбугорной области
- c) околобугорной области
- d) надбугорной области

5. МЕЖТАЛАМИЧЕСКОЕ СРАЩЕНИЕ СОЕДИНЯЕТ

- a) зрительные бугры
- b) сосцевидные тела
- c) зрительные нервы
- d) медиальные коленчатые тела

6. ЯДРА СОСЦЕВИДНЫХ ТЕЛ ВЫПОЛНЯЮТ ФУНКЦИИ

- a) подкоркового центра зрения
- b) подкоркового центра слуха
- c) подкоркового центра обоняния
- d) коркового центра обоняния

7. НЕРВНЫЙ ЦЕНТР ГОЛОДА И НЕРВНЫЙ ЦЕНТР НАСЫЩЕНИЯ ЛОКАЛИЗУЮТСЯ В

- a) промежуточном отделе подбугорной области
- b) переднем отделе подбугорной области
- c) заднем отделе подбугорной области
- d) гипофизе

8. К ЯДРАМ ЗРИТЕЛЬНОГО БУГРА НЕ СЛЕДУЮТ НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА

- a) тройничной петли
- b) латеральной петли
- c) медиальной петли
- d) спинномозговой петли

9. АДЕНОГИПОФИЗОТРОПНЫЕ ГОРМОНЫ ВЫРАБАТЫВАЮТ КЛЕТКИ

- a) ядра сосцевидных тел
- b) дугообразного ядра
- c) ядер ретикулярной формации промежуточного мозга
- d) субталамических тел

10. В НЕЙРОГИПОФИЗ НАПРАВЛЯЮТСЯ АКСОНЫ НЕЙРОНОВ

- a) супраоптических и паравентрикулярных ядер
- b) супрахиазматических ядер
- c) ядер медиальных коленчатых тел
- d) ядер латеральных коленчатых тел

ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ:

1	с
2	а
3	d
4	d
5	а
6	с
7	а
8	b
9	b
10	а

Конечный мозг (большой мозг)

Развитие конечного мозга

Конечный мозг развивается из конечного мозгового пузыря, являющегося ростральной частью переднего мозгового пузыря.

На переднем полюсе конечного мозгового пузыря появляется борозда, расположенная в срединной сагиттальной плоскости, которая приводит к формированию закладок правого и левого полушарий конечного мозга и разделению непарной полости конечного мозгового пузыря на две симметричные полости, которые являются закладками боковых желудочков мозга. С 6 по 12 недели пренатального периода развития закладки полушарий конечного мозга интенсивно растут и наползают сверху на другие мозговые пузыри, вследствие этого конечный мозг называют *плащом мозга (pallium)*. В этот период конечный мозговой пузырь формирует *кору (cortex)*. К 25 неделе пренатального периода развития в коре конечного мозга уже сформированы слои.

Рост и развитие конечного мозга сопровождается усложнением рельефа его поверхности, что приводит к образованию на 28–30 неделях пренатального периода развития борозд и извилин.

Первыми появляются первичные борозды (междолевые) – это постоянные наиболее глубокие борозды, которые имеются у всех представителей одного вида. У млекопитающих к первичным бороздам относятся борозды, разделяющие поверхности полушарий конечного мозга на доли.

Позднее возникают вторичные борозды – это постоянные борозды, но менее глубокие, чем первичные борозды. Вторичные борозды имеются у всех представителей одного вида и обеспечивают рельеф внутри долей полушарий конечного мозга.

Третичные борозды – это непостоянные и самые неглубокие борозды, которые появляются в онтогенезе самыми последними. Третичные борозды индивидуальны и обуславливают полиморфизм рельефа полушарий у особей одного вида.

Завершение формирования рельефа полушарий конечного мозга происходит к 7–8 годам постнатального периода развития.

Конечный мозг развивается в связи с совершенствованием обонятельного анализатора. Филогенетически в дефинитивном конечном мозге выделяют: *древний конечный мозг (paleoencephalon)*,

который представлен обонятельным мозгом, *старый конечный мозг (archiensephalon)*, который представлен базальными ядрами, и *новый конечный мозг (неоенцефалон)*, который представлен корой конечного мозга. У рыб и земноводных конечный мозг представлен преимущественно обонятельным мозгом. У высших позвоночных он становится основным отделом головного мозга, управляющим поведением животного, интегрирующим деятельность внутренних органов и сосудов, обеспечивающим реагирование организма на внешние и внутренние стимулы.

Макроскопическое строение конечного мозга

Внешнее макроскопическое строение конечного мозга

Конечный мозг – самый крупный отдел головного мозга человека, который представлен двумя *полушариями (hemispheri cerebri)*. В состав каждого полушария входят: *кора (cortex)*, *базальные ядра (nucleus basalis)*, *обонятельный мозг (rhinensephalon)*. Конечный мозг является продолжением промежуточного мозга и отделён от мозжечка *поперечной щелью головного мозга (fissura transversa cerebri)*.

Правое и левое полушария разделены *продольной (межполушарной) щелью головного мозга (fissura longitudinalis cerebri)*, расположенной в срединной сагиттальной плоскости. В глубине продольной щели головного мозга полушария соединены между собой *мозолистым телом (corpus callosum)*.

В каждом полушарии конечного мозга различают 3 поверхности:

- 1) *верхнебоковую (верхнюю) поверхность (facies dorsolateralis)*;
- 2) *медиальную поверхность (facies medialis)*;
- 3) *нижнюю (базальную) поверхность (facies inferior)*.

В каждом полушарии конечного мозга имеется 3 края:

- 1) *верхний край (margo superior)*;
- 2) *нижнемедиальный край (margo inferior medialis)*;
- 3) *нижнелатеральный край (margo inferior lateralis)*.

В каждом полушарии конечного мозга имеется 3 полюса:

- 1) *лобный полюс (polus frontalis)*;
- 2) *затылочный полюс (polus occipitalis)*;
- 3) *височный полюс (polus temporalis)*.

Каждое полушарие конечного мозга имеет первичные борозды, разделяющие его на доли:

1) *боковая борозда (sulcus lateralis), борозда Сильвия* – располагается на верхнебоковой поверхности полушарий, отделяя височную долю от лобной и теменной;

2) *центральная борозда (sulcus lateralis), борозда Роланда* – располагается на верхнебоковой поверхности, разделяя лобную и теменную доли;

3) *теменно-затылочная борозда (sulcus parietooccipitalis)* – располагается на медиальной поверхности полушарий, разделяя теменную и затылочную доли;

4) *круговая борозда островка (sulcus circularis insulae)* – ограничивает островок.

На нижнелатеральном крае полушарий конечного мозга располагается *предзатылочная вырезка (ncisura preoccipitalis)*, которая отделяет затылочную долю от височной доли. Предзатылочная вырезка примыкает к верхнему краю пирамиды височной кости.

Таким образом, в каждом полушарии конечного мозга выделяют:

- 1) *лобную долю (lobus frontalis)*;
- 2) *височную долю (lobus temporalis)*;
- 3) *теменную долю (lobus parietalis)*;
- 4) *затылочную долю (lobus occipitalis)*,
- 5) *островковую долю или островок (insula)*.

На верхнебоковой поверхности полушарий конечного мозга определяются лобная, теменная, височная и затылочная доли (рис. 12).

Боковая борозда ограничивает лобную и теменную доли снизу, а также височную долю сверху (рис. 12). Боковая борозда начинается от латеральной ямки и следует спереди назад горизонтально, заканчиваясь на границе средней и задней третей верхнебоковой поверхности полушарий конечного мозга. Боковая борозда имеет переднюю ветвь, восходящую ветвь и заднюю ветвь.

Центральная борозда ограничивает лобную долю сзади и теменную долю спереди. Она начинается от середины верхнего края полушарий и следует сверху вниз к боковой борозде (рис. 12).

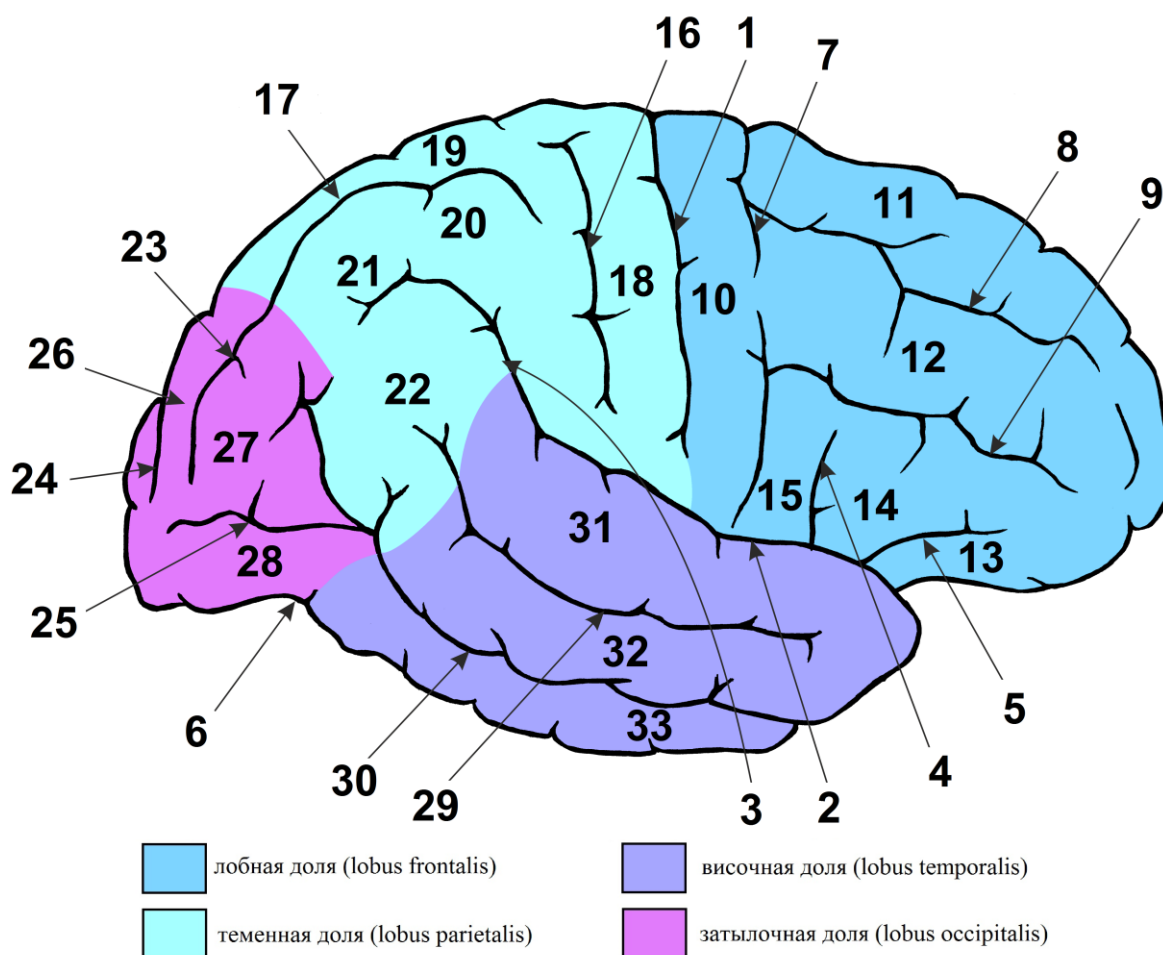


Рис. 12. Внешнее макроскопическое строение верхнебоковой поверхности полушарий конечного мозга (рисунки Ивановой В.В., 2020)

1. Центральная борозда (sulcus centralis)
2. Боковая борозда (sulcus lateralis)
3. Задняя ветвь (ramus posterior) боковой борозды
4. Восходящая ветвь (ramus ascendens) боковой борозды
5. Передняя ветвь (ramus anterior) боковой борозды
6. Предзатылочная вырезка (incisura preoccipitalis)
7. Предцентральная борозда (sulcus precentralis)
8. Верхняя лобная борозда (sulcus frontalis superior)
9. Нижняя лобная борозда (sulcus frontalis inferior)
10. Предцентральная извилина (gyrus precentralis)
11. Верхняя лобная извилина (gyrus frontalis superior)
12. Средняя лобная извилина (gyrus frontalis medius)
13. Нижняя лобная извилина (gyrus frontalis inferior): глазничная часть (pars orbitalis)
14. Нижняя лобная извилина (gyrus frontalis inferior): треугольная часть (pars triangularis)
15. Нижняя лобная извилина (gyrus frontalis inferior): покрывшечная часть (pars opercularis)
16. Позадицентральная борозда (sulcus postcentralis)
17. Внутритеменная борозда (sulcus intraparietalis)
18. Позадицентральная извилина (gyrus postcentralis)

19. Верхняя теменная долька (lobules parietalis superior)
20. Нижняя теменная долька (lobules parietalis inferior)
21. Надкраевая извилина (gyrus supramarginalis)
22. Угловая извилина (gyrus angularis)
23. Поперечная затылочная борозда (sulcus occipitalis transversus)
24. Полулунная борозда (sulcus semilunaris)
25. Боковая затылочная борозда (sulcus occipitalis lateralis)
26. Верхняя затылочная извилина (gyrus occipitalis superior)
27. Средняя затылочная извилина (gyrus occipitalis medius)
28. Нижняя затылочная извилина (gyrus occipitalis inferior)
29. Верхняя височная борозда (sulcus temporalis superior)
30. Нижняя височная борозда (sulcus temporalis inferior)
31. Верхняя височная извилина (gyrus temporalis superior)
32. Средняя височная извилина (gyrus temporalis medius)
33. Нижняя височная извилина (gyrus temporalis inferior)

На верхнебоковой поверхности задней границей теменной доли и передней границей затылочной доли служит условная линия, соединяющая предзатылочную вырезку с верхним участком теменно-затылочной борозды, который выходит на верхний край полушарий. Эта линия служит также условной границей, разделяющей височную и затылочную доли.

На верхнебоковой поверхности лобной доли располагаются *предцентральная борозда (sulcus precentralis)*, *верхняя и нижняя лобная борозды (sulcus frontalis superior et inferior)*. Предцентральная борозда располагается в заднем отделе лобной доли и следует сверху вниз параллельно центральной борозде. От переднего полюса полушарий спереди назад параллельно друг другу следуют *верхняя и нижняя лобные борозды (sulcus frontalis superior et inferior)* (рис. 12).

Между центральной бороздой и предцентральной бороздой в лобной доле располагается *предцентральная извилина (gyrus precentralis)*. Между верхним краем полушария и верхней лобной бороздой располагается *верхняя лобная извилина (gyrus frontalis superior)*. Между верхней и нижней лобной бороздами находится *средняя лобная извилина (gyrus frontalis medius)*. Между нижней лобной бороздой и передней частью латеральной борозды располагается *нижняя лобная извилина (gyrus frontalis inferior)*.

Передняя и восходящая ветви латеральной борозды разделяют нижнюю лобную извилину на три части (спереди назад): *глазничную часть (pars orbitalis)*, *треугольную часть (pars triangularis)* и *покрышечную часть (pars opercularis, лобная крышка)* (рис. 12).

На верхнебоковой поверхности теменной доли располагаются *позадицентральная борозда (sulcus postcentralis)* и *внутритемен-*

ная борозда (*sulcus intraparietalis*). Позадицентральная борозда располагается в переднем отделе теменной доли и следует сверху вниз параллельно центральной борозде. От позадицентральной борозды спереди назад следует внутритеменная борозда (рис. 12).

Между центральной бороздой и позадицентральной бороздой в теменной доле располагается *позадицентральная извилина* (*gyrus postcentralis*). Между верхним краем полушария и внутритеменной бороздой располагается *верхняя теменная долька* (*lobulus parietalis superior*). Ниже внутритеменной борозды находится *нижняя теменная долька* (*lobulus parietalis inferior*). Часть нижней теменной дольки, которая окружает заднюю ветвь боковой борозды, получает название *надкраевой извилины* (*gyrus supramarginalis*). Часть нижней теменной дольки, которая окружает заднюю часть верхней височной борозды, получает название *угловой извилины* (*gyrus angularis*) (рис. 12).

На верхнебоковой поверхности затылочной доли располагаются *поперечная затылочная борозда* (*sulcus occipitalis transversus*) и *полулунная борозда* (*sulcus semilunaris*) и *боковая затылочная борозда* (*sulcus occipitalis lateralis*). Поперечная затылочная борозда является продолжением внутритеменной борозды в затылочную долю. Полулунная борозда располагается в задней части затылочной доли и ограничивает зрительную кору. Боковая затылочная борозда располагается в нижней части затылочной доли и следует параллельно её нижнелатеральному краю, отходя от нижней височной борозды. Медиальнее и выше поперечной затылочной борозды между ней и полулунной бороздой располагается *верхняя затылочная извилина* (*gyrus occipitalis superior*). Латеральнее и ниже поперечной затылочной борозды между ней, боковой затылочной бороздой снизу и продолжением нижней височной борозды спереди располагается *средняя затылочная извилина* (*gyrus occipitalis medius*). Ниже поперечной затылочной борозды лежит *нижняя затылочная извилина* (*gyrus occipitalis inferior*) (рис. 12). Верхняя затылочная извилина также выявляется на медиальной поверхности затылочной доли, образуя основание клина.

На верхнебоковой поверхности височной доли располагаются *верхняя и нижняя височные борозды* (*sulcus temporalis superior et inferior*). Верхняя и нижняя височные борозды следуют спереди назад вдоль височной доли параллельно боковой борозде (рис. 12).

Между боковой бороздой и верхней височной бороздой располагается *верхняя височная извилина (gyrus temporalis superior)*. Верхняя поверхность верхней височной извилины образует нижнюю стенку боковой борозды, нижняя поверхность нижней лобной извилины формирует верхнюю стенку боковой борозды. Верхняя поверхность верхней височной извилины несёт несколько коротких борозд, расположенных перпендикулярно к ней – *поперечные височные извилины (gyri temporales transversi)*, *извилины Гешля* (рис. 12).

Под верхней височной извилиной между верхней височной бороздой и средней височной бороздой располагается *средняя височная извилина (gyrus temporalis medius)*.

Под нижней височной бороздой располагается *нижняя височная извилина (gyrus temporalis inferior)*. Нижняя поверхность нижней височной извилины выявляется на нижней поверхности полушарий (рис. 12).

В глубине боковой борозды располагается островковая доля или островок, который представляет собой долю треугольной формы, вершина которой называется *порог (limen insulae)*, островковая доля обращена вперёд и вниз. Островок ограничен круговой бороздой островка. В нижней части островка от порога островка назад следует *центральная борозда островка (sulcus centralis insulae)*. Ниже центральной борозды островка располагается *длинная извилина островка (gyrus longus insulae)*. Выше центральной борозды островка и перпендикулярно к ней лежат несколько *коротких борозд островка (sulci breves insulae)*. Между короткими бороздами островка располагаются *короткие извилины островка (gyri breves insulae)* (рис. 12).

Часть верхней височной извилины и нижней лобной извилины, которые закрывают островок и ограничивают боковую борозду, получают название *покрышки островка (operculum insulae)* (рис. 12).

На нижней поверхности полушарий определяются лобная, височная и затылочная доли (рис. 13).

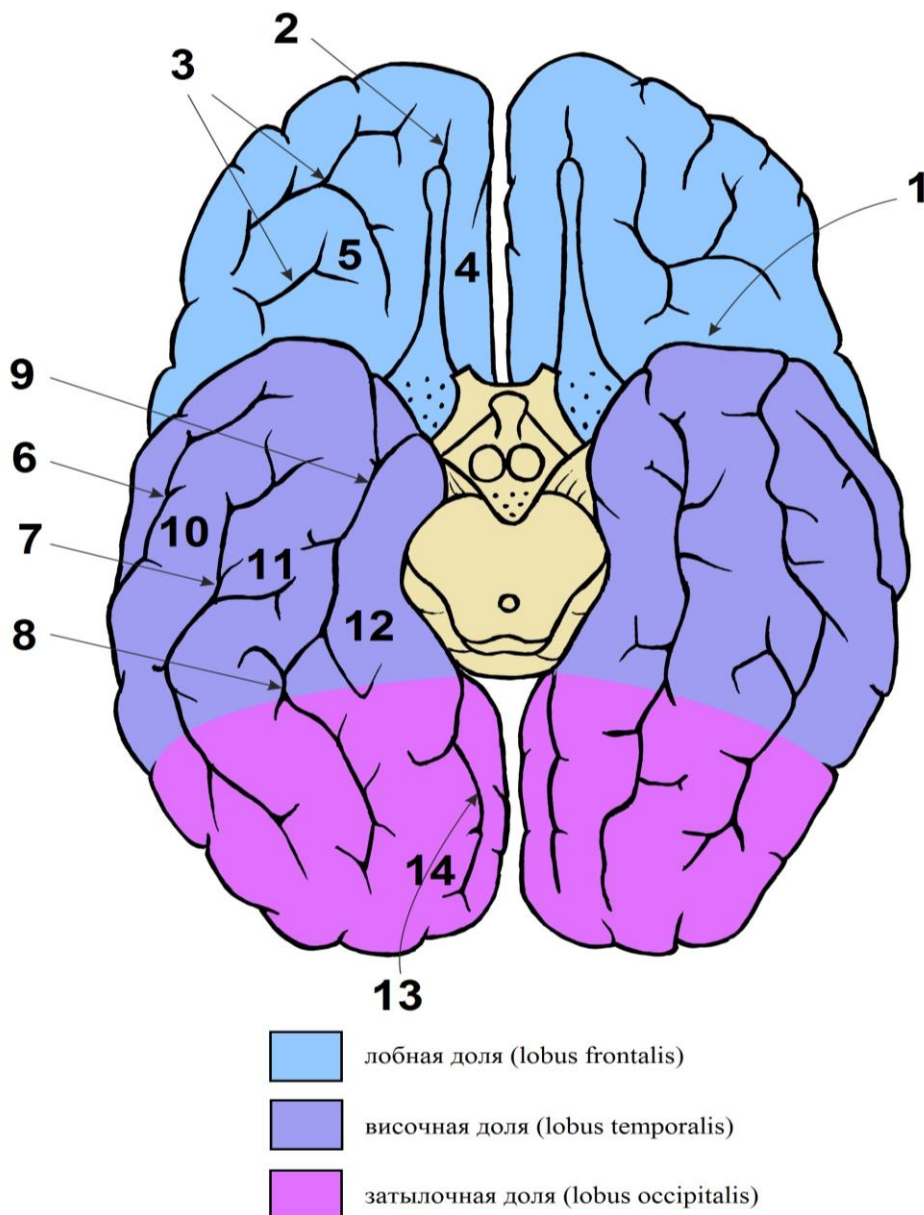


Рис. 13. Внешнее макроскопическое строение нижней поверхности полушарий конечного мозга (рисунок Ивановой В.В., 2020)

1. Боковая ямка
2. Обонятельная борозда (sulcus olfactorius)
3. Глазничные борозды (sulci orbitales)
4. Прямая извилина (gyrus rectus)
5. Глазничные извилины (gyri orbitales)
6. Нижняя височная борозда (sulcus temporalis inferior)
7. Затылочно-височная борозда (sulcus occipitotemporalis)
8. Обходная борозда (sulcus collateralis)
9. Носовая борозда (sulcus rhinalis)
10. Нижняя височная извилина (gyrus temporalis inferior)
11. Затылочно-височная извилина (gyrus occipitotemporalis)
12. Парагиппокампальная извилина (gyrus parahippocampalis)
13. Шпорная борозда (sulcus calcarinus)
14. Язычная извилина (sulcus lingualis)

Передняя часть нижней поверхности полушарий, расположенная впереди от боковых ямок, представлена лобными долями. Параллельно продольной щели мозга на нижней поверхности лобной доли располагается обонятельная борозда (*sulcus olfactorius*). Латеральнее обонятельной борозды располагаются 1–2 непостоянные глазничные борозды (*sulci orbitales*). Медиальнее обонятельной борозды, между ней и продольной щелью мозга, располагается прямая извилина (*gyrus rectus*). Латеральнее обонятельной борозды между глазничными бороздами располагаются 2–3 глазничные извилины (*gyri orbitales*) (рис. 13).

Задняя часть нижней поверхности полушарий образована височной и затылочной долями, которые не имеют границы между собой.

На нижней поверхности полушарий конечного мозга в передне-заднем направлении параллельно друг другу от височного полюса к затылочному следуют затылочно-височная борозда (*sulcus occipitotemporalis*) и обходная борозда (*sulcus collateralis*). Ближе к стволу головного мозга на нижней поверхности височной доли следует борозда морского конька (*sulcus hippocampi*) (рис. 13).

Латеральнее затылочно-височной борозды располагается нижняя поверхность нижней височной извилины (*gyrus temporalis inferior*), описанная на верхнебоковой поверхности височной доли. Между затылочно-височной бороздой и обходной бороздой располагается затылочно-височная извилина (*gyrus occipitotemporalis*). Между обходной бороздой и бороздой морского конька располагается парагиппокампальная извилина (*gyrus parahippocampalis*). Обходная борозда впереди отклоняется медиально и дугообразно изгибается, получая название носовой борозды (*sulcus rhinalis*). Носовая борозда ограничивает спереди крючок парагиппокампальной извилины. На нижней поверхности затылочной доли между задней частью обходной борозды (*sulcus collateralis*) и шпорной бороздой (*sulcus calcarinus*), расположенной на медиальной поверхности затылочной доли, находится язычная извилина (*sulcus lingualis*) (рис. 13).

На медиальной поверхности полушарий конечного мозга определяются лобная, теменная, затылочная и височная доли (рис. 14).

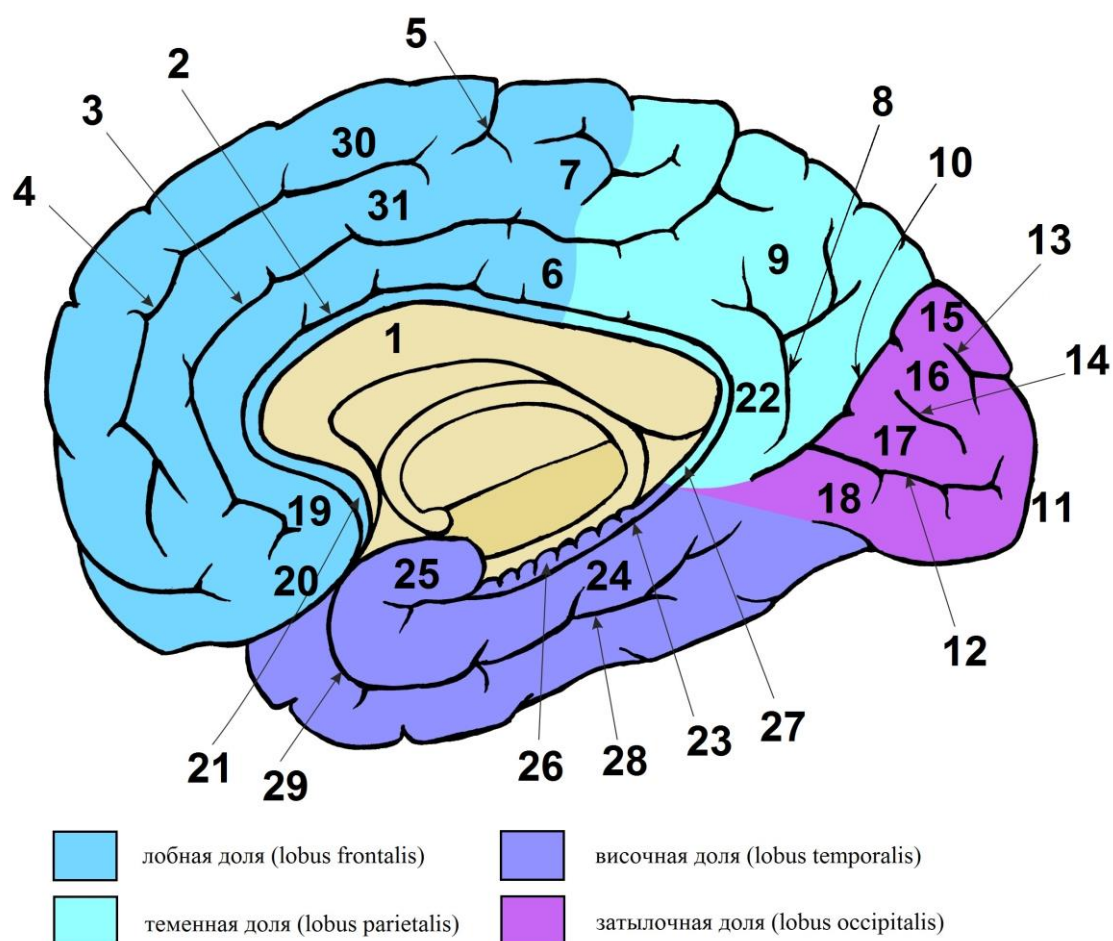


Рис. 14. Внешнее макроскопическое строение медиальной поверхности полушарий конечного мозга (рисунок Ивановой В.В., 2020)

1. Мозолистое тело (corpus callosum)
2. Борозда мозолистого тела (sulcus corporis callosi)
3. Поясная борозда I (sulcus cinguli I)
4. Поясная борозда II (sulcus cinguli II)
5. Околоцентральная борозда (sulcus paracentralis)
6. Поясная извилина (sulcus cinguli)
7. Окоцентральная долька (lobulus paracentralis)
8. Подтеменная борозда (sulcus subparietalis)
9. Предклинье (precuneus)
10. Теменно-затылочная борозда (sulcus parietooccipitalis)
11. Клин (cuneus)
12. Шпорная борозда (sulcus calcarinus)
13. Верхняя сагиттальная борозда (sulcus sagitalis superior)
14. Нижняя сагиттальная борозда (sulcus sagitalis inferior)
15. Верхняя сагиттальная извилина (gyrus sagitalis superior)
16. Средняя сагиттальная извилина (gyrus sagitalis medius)
17. Нижняя сагиттальная извилина (gyrus sagitalis inferior)
18. Язычная извилина (sulcus lingualis)
19. Подмозолистая извилина (gyrus subcallosus)
20. Околообонятельная извилина (gyrus paraolfactorius)
21. Околоконцевая извилина (gyrus paraterminalis)

22. Перешеек поясной извилины (*isthmus sulci cinguli*)
23. Борозда морского конька (*sulcus hippocampalis*)
24. Парагиппокампальная извилина (*gyrus parahippocampalis*)
25. Крючок парагиппокампальной извилины (*uncus gyri parahippocampalis*)
26. Зубчатая извилина (*gyrus dentatus*)
27. Ленточная извилина (*gyrus fasciolaris*)
28. Обходная борозда (*sulcus collateralis*)
29. Носовая борозда (*sulcus rhinalis*)
30. Верхняя лобная извилина (*gyrus frontalis superior*)
31. Срединная лобная извилина (*gyrus frontalis medianus*)

На медиальной поверхности полушарий конечного мозга определяется *борозда мозолистого тела (sulcus corporis callosi)*, следующая над мозолистым телом, огибающая его и переходящая под ним в *борозду морского конька (sulcus hippocampi)*. Параллельно и выше борозды мозолистого тела на медиальной поверхности полушарий располагается *поясная борозда I (sulcus cinguli I)*. Поясная борозда I следует в передне-заднем направлении, затем в области теменной доли отклоняется вверх и направляется к верхнему краю полушария, ограничивая сзади *околоцентральную долю (lobulus paracentralis)*. Над поясной бороздой I находится *поясная борозда II (sulcus cinguli II)*, которая следует в передне-заднем направлении и сглаживается около *околоцентральной борозды (sulcus paracentralis)*. Околоцентральная борозда – это короткая борозда, являющаяся продолжением на медиальную поверхность полушарий предцентральной борозды. Околоцентральная борозда ограничивает околоцентральную долю спереди (рис. 14).

Между бороздой мозолистого тела снизу и поясной бороздой I сверху располагается *поясная извилина (sulcus cinguli)*. Выше поясной борозды I, между ней и поясной бороздой II, располагается *срединная лобная извилина (gyrus frontalis medianus)*. Выше поясной борозды II на медиальной поверхности полушария располагается часть верхней лобной извилины. Позади околоцентральной борозды, но впереди задней части поясной борозды I, располагается *околоцентральная доля (lobulus paracentralis)*, которая является продолжением на медиальную поверхность полушарий верхних отделов предцентральной и постцентральной извилин (рис. 14).

Продолжением поясной борозды I, следующим вдоль борозды мозолистого тела в теменную долю, является *подтеменная борозда (sulcus subparietalis)*. Теменная и затылочная доли на медиальной

поверхности полушарий разделены теменно-затылочной бороздой. Четырёхугольная часть медиальной поверхности теменной доли, расположенная позади *задней части поясной борозды I (pars marginalis sulci cinguli I)*, над подтеменной бороздой и впереди теменно-затылочной борозды, получила название *предклинье (precuneus)*. Ниже подтеменной борозды, над бороздой мозолистого тела на медиальной поверхности теменной доли к валику мозолистого тела продолжает следовать поясная извилина (рис. 14).

Медиальная поверхность затылочной доли имеет треугольную форму и получает название *клина (cuneus)*. Кли́н ограничен сверху теменно-затылочной бороздой, а снизу – *шпорной бороздой (sulcus calcarinus)*, *бороздой птичьей шпоры*. Ниже шпорной борозды располагается язычная извилина, принадлежащая нижней поверхности затылочной доли (см. ранее – с. 131). Кли́н имеет *верхнюю и нижнюю сагиттальные борозды (sulcus sagitalis superior et inferior)*, которые ограничивают верхнюю затылочную извилину, а также лежащие ниже среднюю и нижнюю сагиттальные извилины (рис. 14). Верхняя сагиттальная борозда является продолжением полулунной борозды на медиальную поверхность затылочной доли. Кроме того, верхнюю затылочную извилину на медиальной поверхности затылочной доли иногда называют *верхней сагиттальной извилиной (gyrus sagitalis superior)*.

Поясная извилина огибает колено мозолистого тела спереди и переходит на поверхность клюва, переходя в *подмозолистую извилину (gyrus subcallosus)* или *подмозолистое поле (area subcallosa)*. На медиальной поверхности лобной доли также выявляется *околообонятельная извилина (gyrus paraolfactorius)* и *околоконцевая извилина (gyrus paraterminalis)*. Околообонятельная извилина – это округлая извилина, расположенная под подмозолистой извилиной латеральнее и впереди ростральной пластинки мозолистого тела, передней спайки и терминальной пластинки. Околоконцевая извилина – это небольшая тонкая извилина, расположенная медиальнее подмозолистой и околообонятельной извилин. Околообонятельная извилина является продолжением на медиальную поверхность лобной доли медиальной ножки обонятельного треугольника и располагается впереди клюва мозолистого тела. Околоконцевая извилина является продолжением вертикальной ножки диагональной полоски, расположенной на нижней поверхности лобной доли позади обонятельных треугольников, и переходит, огибая колено мозо-

листого тела, на дорсальную поверхность мозолистого тела в виде медиальных продольных полосок (рис. 14).

Поясная извилина огибает валик мозолистого тела, сужается позади него, образуя *перешеек поясной извилины (isthmus sulci cinguli)*. Под валиком мозолистого тела перешеек поясной извилины продолжается в *парагиппокампальную извилину (gyrus parahippocampalis)*, которая располагается на нижней поверхности височной доли. Передний отдел парагиппокампальной извилины изгибается медиально и переходит в крючок парагиппокампальной извилины, окружая спереди борозду морского конька. Спереди крючок парагиппокампальной извилины ограничен носовой бороздой (см. ранее – с. 131). Верхушка крючка парагиппокампальной извилины сужается и образует *зубчатую извилину (gyrus dentatus)*, которая следует спереди назад по медиальной поверхности височной доли (рис. 14).

Позади валика мозолистого тела следует *ленточная (пучковая) извилина (gyrus fasciolaris)*, которая огибает валик мозолистого тела и переходит в зубчатую извилину. Ленточная извилина продолжается по дорсальной поверхности ствола мозолистого тела в виде латеральных и медиальных продольных полосок. Зубчатая извилина – это тонкая извилина медиальной поверхности височной доли, расположенная медиальнее *борозды морского конька (sulcus hippocampalis)*, следующая от крючка парагиппокампальной извилины спереди назад, переходя в ленточную извилину. Зубчатая извилина располагается между бороздой морского конька и *бахромчато-зубчатой бороздой (sulcus fimbriodentatus)*. Зубчатая извилина имеет множество поперечных коротких борозд, которые обеспечивают ей зубчатый вид. Медиальнее бахромчато-зубчатой борозды находится бахромка морского конька, которая, сужаясь, образует ремешок свода, вдоль которого прикрепляется сосудистая покрышка бокового желудочка (рис. 14).

Обонятельный мозг

Это самая древняя часть конечного мозга, расположенная на основании головного мозга. У рыб и земноводных формирует основную часть конечного мозга.

Обонятельный мозг состоит из периферического и центрального отделов.

Периферический отдел обонятельного мозга представлен обонятельными луковицами (*bulbus olfactorius*), обонятельными трактами (*tractus olfactorius*), обонятельными треугольниками (*trigonum olfactorium*), передним продырявленным веществом (*substantia perforate anterior*). Структуры периферического отдела обонятельного мозга объединяют под названием обонятельной доли (*lobus olfactorius*).

Центральный отдел обонятельного мозга представлен поясной извилиной (*gyrus cinguli*), перешейком поясной извилины (*isthmus gyri cinguli*), парагиппокампальной извилиной¹² (*gyrus parahippocampalis*), крючком парагиппокампальной извилины (*uncus*), зубчатой извилиной (*gyrus dentatus*) и ленточной извилиной (*gyrus fasciolaris*). Структуры центрального отдела обонятельного мозга объединяют под названием сводчатая извилина¹³ (*gyrus fornicatus*).

Внутреннее макроскопическое строение конечного мозга

На срезе полушарий конечного мозга выявляется серое вещество экранного типа – кора конечного мозга, серое вещество ядерного типа – базальные ядра и расположенное между ними белое вещество.

Кора конечного мозга представляет собой слой серого вещества толщиной от 1 до 5 мм, который покрывает поверхность конечного мозга. Кора головного мозга покрывает борозды и извилины, мозолистое тело, обонятельные луковицы и тракты.

Базальные ядра

Базальные ядра (nucleus basalis) или подкорковые ядра представлены компактными скоплениями серого вещества в глубине полушарий конечного мозга (рис. 15). Различают следующие базальные ядра: хвостатое ядро, чечевицеобразное ядро, ограда, миндалевидное тело, а также ряд мелких ядер, расположенных в области базального отдела переднего мозга¹⁴.

¹² В научной литературе парагиппокампальную извилину иногда называют грушевидной извилиной (*gyrus piriformis*).

¹³ В научной литературе сводчатую извилину иногда называют *краевой извилиной (gyrus limbicus) или лимбической долей (lobus limbicus)*.

¹⁴ Базальный отдел переднего мозга – область конечного мозга, расположенная на его нижней поверхности, и соответствующая переднему продырявленному веществу. Базальный отдел переднего мозга лежит впереди и ниже полосатого тела, ограничен сзади зрительным перекрестом и зрительными трактами, спереди обонятельными трактами, а латерально – областью проекции миндалевидного тела.

Хвостатое ядро (nucleus caudatus) – это парное продолговатое ядро (длина около 7 см, диаметр головки 15–20 мм, диаметр хвоста 3–5 мм), расположенное медиальнее чечевицеобразного ядра, отделенное от него внутренней капсулой. Передняя и самая широкая часть хвостатого ядра получила название *головки хвостатого ядра (caput nuclei caudatus)*, располагается в лобной доле, примыкая к боковой стенке переднего рога бокового желудочка. Головка хвостатого ядра располагается на уровне переднего продырявленного вещества, сужается в каудальном направлении, образуя цилиндрическую часть хвостатого ядра, которая получила название *тела хвостатого ядра (corpus nuclei caudati)*. Тело хвостатого ядра следует в передне-заднем направлении, дугообразно изгибается, располагаясь в теменной и затылочной долях. Тело хвостатого ядра прилегает к боковой стенке и дну центральной части бокового желудочка. Нижняя и самая узкая часть хвостатого ядра располагается в височной доле и получает название *хвоста хвостатого ядра (cauda nuclei caudatus)*. Хвост хвостатого ядра примыкает к верхней стенке нижнего рога бокового желудочка. С медиальной стороны от тела хвостатого ядра располагается зрительный бугор, между ними располагается пластинка белого вещества – *терминальная (концевая) полоска (stria terminalis)*. Со стороны полости центральной части бокового желудочка между зрительным бугром и хвостатым ядром следует *терминальная борозда (sulcus terminalis)*. Спереди и снизу головка хвостатого ядра соединяется с чечевицеобразным ядром своей стороны. Кроме того, хвостатое ядро соединено с чечевицеобразным ядром полосками серого вещества, которые проникают через внутреннюю капсулу (рис. 15).

Чечевицеобразное ядро (nucleus lentiformis) располагается латеральнее боковой стенки зрительного бугра и хвостатого ядра, отделяясь от них *внутренней капсулой (capsula interna)* (рис. 15).

Латеральная поверхность чечевицеобразного ядра обращена к коре островка, медиальная поверхность обращена к зрительному бугру. Чечевицеобразное ядро двумя крупными прослойками белого вещества – *латеральной и медиальной мозговыми пластинками (lamina medullaris lateralis et medialis)* – разделяется на три части: тёмно-серую латеральную – *скорлупа (putamen)*, а также бледно-серые промежуточную – *латеральный бледный шар (globus pallidus lateralis)* и среднюю – *медиальный бледный шар (globus pallidus medialis)*.

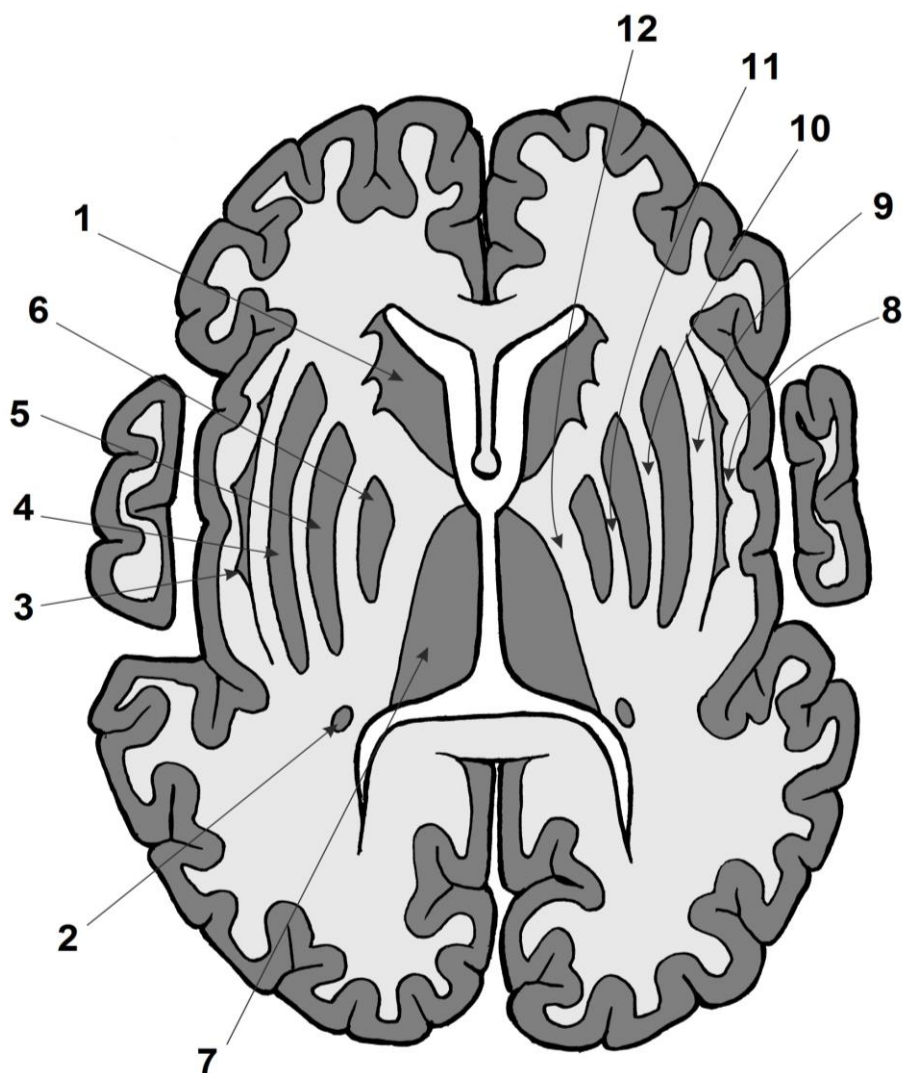


Рис. 15. Строение базальных ядер и белого вещества конечного мозга

(рисунок Ивановой В.В., 2020)

1. Головка хвостатого ядра (caput nuclei caudate)
2. Хвост хвостатого ядра (cauda nuclei caudate)
3. Ограда (claustrum)
4. Скорлупа (putamen)
5. Латеральный бледный шар (globus pallidus lateralis)
6. Медиальный бледный шар (globus pallidus medialis)
7. Зрительный бугор (thalamus)
8. Самая наружная капсула (capsula extrema)
9. Наружная капсула (capsula externa)
10. Латеральная мозговая пластинка (lamina medullaris lateralis)
11. Медиальная мозговая пластинка (lamina medullaris medialis)
12. Внутренняя капсула (capsula interna)

Латеральный бледный шар получает название наружного сегмента бледного шара, медиальный бледный шар получает название внутреннего сегмента бледного шара.

Хвостатое ядро и чечевицеобразное ядро объединяют под названием *полосатого тела* (*corpus striatum* или *стриопаллидарная система*). На основании различий в макроскопическом и микроскопическом строении бледный шар относят к *древней части полосатого тела* (*paleostriatum*), а скорлупу и хвостатое ядро – к *новой части полосатого тела* (*neostriatum*). Полосатое тело является компонентом экстрапирамидной системы.

Ограда (*claustrum*) – это парное ядро, имеющее вид пластинки (толщина до 2 мм), расположенное между скорлупой чечевицеобразного ядра и корой островка. Между оградой и скорлупой располагается пластинка белого вещества – *наружная капсула* (*capsula externa*), между оградой и корой островка находится *самая наружная капсула* (*capsula extrema*), *крайняя капсула* (рис. 15).

Миндалевидное тело (*corpus amygdaloideum*) – это парный комплекс ядер (диаметр около 1 см), расположенный в височной доле между височным полюсом и верхушкой нижнего рога бокового желудочка. Миндалевидное тело располагается под скорлупой и относится к подкорковым обонятельным центрам (рис. 15).

Миндалевидное тело включает переднее миндалевидное ядро, центральное миндалевидное ядро, интерстициальное миндалевидное ядро, корковое миндалевидное ядро, латеральное миндалевидное ядро, медиальное миндалевидное ядро, базально-латеральное миндалевидное ядро и базально-медиальное миндалевидное ядро.

К миндалевидному телу следует латеральная полоска, а от миндалевидного тела начинается терминальная полоска.

Латеральная полоска (*stria lateralis*) – это пучок нервных волокон обонятельного тракта, ограничивающий обонятельный треугольник с боковой стороны. Латеральная полоска следует к околоминдалевидной коре, расположенной перед крючком парагиппокампальной извилины.

Терминальная полоска (*stria terminalis*) – это пучок нервных волокон, следующий от ядер миндалевидного тела между зрительным бугром и хвостатым ядром к ядрам прозрачной перегородки, зрительного бугра и подбугорной области.

Ядра базального отдела конечного мозга включают ядра безымянного вещества, прилежащее ядро, некоторые ядра прозрачной перегородки (см. далее – с. 142) и ядра диагональной полоски (полоски Брока). Ядра базального отдела образованы мультиполярными холинэргическими нейронами и обеспечивают поддержание состояния бодрствования, концентрации внимания, памяти и когнитивных функций, а также регуляцию движений.

Миндалевидное тело отделено от скорлупы и ограда *безымянным веществом (substantia innominata)*.

Безымянное вещество – это область, которая включает базальное ядро (крупноклеточное ядро переднего мозга, базальное ядро Мейнерта) и ядро терминальной полоски, разделённые тонкими пластинками белого вещества.

Базальное ядро (nucleus basalis) – это парное ядро, которое расположено поверхностно в базальном отделе переднего мозга и посылает холинэргические нервные волокна ко всем участкам коры конечного мозга.

Ядро терминальной полоски (nucleus striae terminalis), ядро ложа концевой полоски, ядро кровати – это парное ядро, расположенное в ростральной части терминальной полоски, латеральнее и вентральнее прозрачной перегородки и дорсальнее преоптической части подбугорной области. Ядро ложа связано с миндалевидным телом нервными волокнами терминальной полоски.

Прилежащее ядро (nucleus accumbens), прилежащее ядро прозрачной перегородки или прислонённое ядро – это парное ядро, расположенное вентрально в переднем отделе полушарий конечного мозга. Прилежащее ядро примыкает медиально к основанию прозрачной перегородки, латерально – к передней части скорлупы, а сверху от него располагается головка хвостатого ядра. Прилежащее ядро получает афферентную информацию от префронтальной коры, миндалевидного тела, морского конька и бугорно-сосцевидного ядра подбугорной области.

Белое вещество полушарий конечного мозга

Белое вещество полушарий конечного мозга представлено нервными волокнами, которые могут быть разделены на проекционные, ассоциативные и комиссуральные.

Проекционные волокна конечного мозга

Проекционные волокна – это восходящие и нисходящие нервные волокна, осуществляющие связь коры полушарий конечного мозга с базальными ядрами, ядрами ствола головного мозга и ядрами спинного мозга.

Проекционные нервные волокна формируют следующие структуры конечного мозга:

1. *Внутренняя капсула (capsula interna)* – это широкая пластинка белого вещества, медиально ограниченная зрительным бугром и головкой хвостатого ядра, а латерально – чечевицеобразным ядром. При горизонтальных срезах полушарий конечного мозга во внутренней капсуле различают переднее бедро, колена и заднее бедро (рис. 15).

В *переднем бедре внутренней капсулы (crus anterius capsulae internae)* находятся следующие проводящие пути (спереди назад):

– *корково-стриарный путь (tractus corticostriatus)* – это нервные волокна, идущие из коры конечного мозга к структурам полосатого тела;

– *лобно-мостовой путь (tractus frontopontinus)* – это нервные волокна, идущие из коры лобной доли к собственным ядрам моста своей стороны.

В *колоне внутренней капсулы (genu capsulae internae)* расположен *корково-ядерный путь (tractus corticonuclearis)*, который связывает кору предцентральной извилины конечного мозга с двигательными ядрами черепных нервов.

В *заднем бедре внутренней капсулы (crus posterius capsulae internae)* определяются следующие проводящие пути (спереди назад):

– *корково-спинномозговой путь (tractus corticospinalis)* – это нервные волокна, связывающие кору конечного мозга с ядрами передних рогов спинного мозга;

– *таламо-корковый путь (tractus thalamocorticalis)* – это нервные волокна, связывающие зрительный бугор и кору конечного мозга;

– *затылочно-височно-теменно-мостовой путь (tractus occipitotemporo-parietopontinus)* – это нервные волокна, идущие из коры затылочной, височной и теменной долей к собственным ядрам моста своей стороны;

– *коленчато-височный путь (tractus geniculotemporalis)* или *центральный слуховой путь* – это слуховые нервные волокна, связывающие ядра медиального коленчатого тела и слуховую кору ви-

сочной доли. Нервные волокна коленчато-височного пути следуют к коре височной доли, образуя *слуховую лучистость (radiatio acustica)*.

– *коленчато-шпорный путь (tractus geniculocalcarinus)* или *центральный зрительный путь* – это зрительные нервные волокна, связывающие ядра латерального коленчатого тела и зрительную кору затылочной доли. Нервные волокна коленчато-шпорного пути следуют к коре затылочной доли, образуя *зрительную лучистость (radiatio optica)*.

2. *Свод головного мозга (fornix cerebri)* обеспечивает связь сосцевидных тел (подкорковых центров обоняния) с корой парагиппокампальной извилины и корой крючка парагиппокампальной извилины (корковый центр обоняния).

Свод головного мозга располагается под задней половиной мозолистого тела и представлен двумя параллельными дугообразными тяжами нервных волокон. В переднем отделе свода эти два тяжа расходятся, образуя *столбы свода (columnae fornicis)*. Столбы свода следуют через подбугорную область к ядрам сосцевидных тел. Столбы свода ограничивают спереди межжелудочковые отверстия. Впереди столбов свода, примыкая к ним, следует передняя спайка. Между задней поверхностью клюва, колена, нижней поверхностью ствола мозолистого тела и передней поверхностью столбов свода вертикально располагается тонкая пластинка – *прозрачная перегородка (septum pellucidum)*.

Прозрачная перегородка состоит из правого и левого листков, которые ограничивают непарную щелевидную полость, лежащую в срединной сагиттальной плоскости – *полость прозрачной перегородки (cavum septi pellucidi)*, *желудочек Вензеля*. Полость прозрачной перегородки является замкнутой, не сообщается с желудочками мозга и содержит небольшое количество интерстициальной жидкости. В листках прозрачной перегородки располагаются мелкие ядра, которые относятся к подкорковому центру обоняния. Ядра прозрачной перегородки получают афферентные нервные волокна от миндалевидного тела через диагональную полосу, от обонятельного анализатора через медиальную обонятельную полосу и от морского конька через свод головного мозга. Афферентные нервные волокна от ядер прозрачной перегородки формируют *мозговые полоски (striae medullares)* и *перегородочно-гиппокамповый путь (tractus septohippocampalis)*.

Мозговые полоски следуют вдоль боковой и верхней поверхности зрительных бугров к ядрам поводка, которые связаны между собой спайкой поводков (см. ранее – с. 112). От ядер поводка берёт начало *поводково-межножковый пучок (возвратный пучок, пучок Мейнерта)*, следующий к ретикулярным ядрам среднего мозга (например, к межножковому ядру).

Перегородочно-гиппокамповый путь – это пучок нервных волокон, следующий в составе свода головного мозга к морскому коньку.

В среднем отделе свода мозга столбики свода примыкают друг к другу и прилегают к стволу мозолистого тела, образуя *тело свода (corpus fornicis)*. В области валика мозолистого тела два тяжа вновь расходятся, образуя *ножки свода (crura fornicis)*. Ножки свода изгибаются кпереди и следуют вдоль нижнего рога боковых желудочков, переходя в бахромку морского конька (*fimbria hippocampi*). Ножки свода соединены между собой пучком поперечных нервных волокон, образующих *спайку свода (commissura fornicis)*.

Ассоциативные волокна конечного мозга

Ассоциативные нервные волокна – это нервные волокна, связывающие различные участки коры конечного мозга в пределах одного полушария.

Ассоциативные нервные волокна разделяют на короткие и длинные.

Короткие ассоциативные нервные волокна соединяют кору соседних извилин или борозд. Они не выходят за пределы соответствующей доли полушарий и располагаются под корой борозд. Короткие ассоциативные нервные волокна формируют *самую наружную капсулу (capsula extrema) и дугообразные волокна (fibrae arcuatae)*.

Самая наружная капсула – это нервные волокна, расположенные между оградой и корой островка.

Дугообразные волокна – это нервные волокна, связывающие кору смежных извилин или борозд.

Длинные ассоциативные нервные волокна соединяют кору борозд и извилин различных долей одного полушария. Длинные ассоциативные нервные волокна обеспечивают интеграцию информации, поступающей по нервным волокнам различных анализаторов. Они располагаются под слоем коротких ассоциативных нервных волокон и формируют наружную капсулу, пояс, верхний продольный

пучок, нижний продольный пучок, крючковидный пучок, лобно-затылочный пучок и вертикальный (затылочный) пучок.

1. *Наружная капсула (capsula externa)* – это нервные волокна, расположенные между чечевицеобразным ядром и оградой.

2. *Поясной пучок, пояс (cingulum)* – это нервные волокна, охватывающие мозолистое тело и расположенные под корой сводчатой извилины. Пояс связывает участки коры лобной, затылочной и височной долей. Пояс начинается от коры в области переднего продырявленного вещества и обонятельного треугольника и следует к коре парагиппокампальной извилины. Пояс образован обонятельными нервными волокнами.

3. *Верхний продольный пучок (fasciculus longitudinalis superior)* – это нервные волокна, расположенные на уровне мозолистого тела латеральнее лучистости мозолистого тела. Верхний продольный пучок медиально окружает островок и обеспечивает двустороннюю связь корковых центров поверхностной и глубокой чувствительности (средняя часть пучка), корковых центров слухового и зрительного анализаторов (задняя часть пучка).

4. *Нижний продольный пучок (fasciculus longitudinalis inferior)* – это нервные волокна, расположенные в нижних отделах полушарий конечного мозга, он связывает участки коры затылочной и височной долей, обеспечивая взаимодействие корковых концов зрительного и вегетативного анализаторов.

5. *Крючковидный пучок (fasciculus uncinatus)* – это нервные волокна, которые соединяют участки коры лобных и передней части височных долей, обеспечивая взаимодействие корковых концов вегетативного и вестибулярного анализаторов.

6. *Лобно-затылочный пучок (fasciculus frontooccipitalis)* – это нервные волокна, расположенные латеральнее и ниже поясного пучка. Лобно-затылочный пучок соединяет участки коры лобных и затылочных долей, обеспечивая связь корковой части зрительного анализатора с лобной корой, отвечающей за психические функции.

7. *Вертикальный (затылочный) пучок (fasciculus verticalis (occipitalis))* – это нервные волокна, расположенные в затылочной доле и связывающие кору теменной доли с корой нижней поверхности височной доли.

Комиссуральные нервные волокна конечного мозга

Комиссуральные нервные волокна – это нервные волокна, связывающие аналогичные участки коры правого и левого полушарий

конечного мозга. Комиссуральные нервные волокна образуют мозолистое тело, переднюю спайку¹⁵ и спайку свода головного мозга.

1. *Мозолистое тело (corpus callosum)* является самой крупной спайкой головного мозга (длина 7–9 см), которая соединяет правое и левое полушария конечного мозга. Передне-верхняя часть мозолистого тела получает название *колена мозолистого тела (geni corporis callosi)*. Колено мозолистого тела сужается книзу и следует назад, получая название *клюва мозолистого тела (rostrum corporis callosi)*. Клюв мозолистого тела переходит в *ростральную пластинку (lamina rostralis)*, заканчивающуюся *передней спайкой (commissura anterior)*. Средняя и самая протяжённая часть мозолистого тела, расположенная почти горизонтально и представляющая собой толстую пластинку белого вещества, получает название *ствола мозолистого тела (truncus corporis callosi)*. Задняя часть мозолистого тела является самой толстой частью и получает название *валика мозолистого тела (splenium corporis callosi)*. Мозолистое тело хорошо выявляется на сагиттальных срезах головного мозга, проведенных в срединной и парасрединных (на 5–7 мм левее и правее срединной сагиттальной плоскости) плоскостях. В латеральных отделах полушарий конечного мозга мозолистое тело не выявляется, так как образующие его комиссуральные нервные волокна по мере удаления от срединной сагиттальной плоскости утрачивают компактное расположение и переходят в белое вещество полушарий, формируя *лучистость мозолистого тела (radiatio corporis callosi)*. Нервные волокна лучистости мозолистого тела следуют латерально к различным участкам коры конечного мозга. Нервные волокна, расположенные в области колена мозолистого тела, следуют к коре лобных долей и получают название *лобные (малые) щипцы (forcept frontalis)*. Нервные волокна, расположенные в области валика мозолистого тела, следуют к коре затылочных долей и получают название *затылочные (большие) щипцы (forcept occipitalis)*.

Дорсальная поверхность мозолистого тела, образующая дно продольной щели головного мозга, покрыта тонким слоем серого вещества – *серый покров мозолистого тела (indusium griseum corporis callosi)*, представленный древней корой, связывающей кору медиальных поверхностей полушарий конечного мозга. Серый по-

¹⁵ Задняя спайка мозга не относится к конечному мозгу и содержит комиссуральные нервные волокна, связывающие между собой задние ядра зрительных бугров и ядра латеральных коленчатых тел противоположных сторон.

кров мозолистого тела образует четыре продольных утолщения: две *медиальные продольные полоски (striae longitudinales medialis)*, разделённые швом мозолистого тела, и две *боковые продольные полоски (striae longitudinales lateralis)*. В области колена мозолистого тела медиальные продольные полоски переходят в *околоконцевые извилины (gyrus paraterminalis)*. В области валика мозолистого тела медиальные продольные полоски отклоняются латерально, соединяются с соответствующими боковыми продольными полосками, огибают валик мозолистого тела и переходят в *ленточные извилины (gyrus fasciolaris)*.

2. *Передняя спайка мозга (commissura cerebri anterior)* – это поперечно лежащий цилиндрический тяж, расположенный позади границы между ростральной и концевой пластинками. Переднюю спайку мозга образуют нервные волокна обонятельного анализатора.

3. *Спайка свода (commissura fornicis)* – это тонкая треугольная пластинка белого вещества, расположенная под мозолистым телом между ножками свода головного мозга. Спайка свода образована нервными волокнами обонятельного анализатора, которые связывают кору морских коньков.

Экстрапирамидная система

Экстрапирамидная система – это совокупность структур головного и спинного мозга, обеспечивающих произвольную регуляцию движений, их координацию, поддержание позы и мышечного тонуса.

Экстрапирамидная система включает структуры конечного мозга, ствола головного мозга и мозжечок, взаимодействующие между собой и с двигательными ядрами ствола головного мозга и спинного мозга.

К экстрапирамидной системе относят структуры конечного мозга: участок коры (премоторная кора) и базальные ядра (хвостатое ядро, бледный шар, скорлупа, ограда, миндалевидное тело, ядра базального отдела переднего мозга).

К экстрапирамидной системе также относят структуры ствола головного мозга: ядра зрительного бугра, интерстициальное ядро, субталамическое ядро, черное вещество, красное ядро, ядра крыши среднего мозга, преддверные ядра, ретикулярные ядра и главное оливное ядро.

Структуры экстрапирамидной системы головного мозга связаны между собой пучками нервных волокон. К полосатому телу сле-

дуют нервные волокна от коры конечного мозга, от ядер зрительного бугра и чёрного вещества. От полосатого тела нервные волокна направляются к чёрному веществу. От бледного шара нервные волокна следуют через внутреннюю капсулу к ядрам зрительного бугра: от медиального бледного шара в составе *чечевицеобразной петли (ansa lenticularis)* и от латерального бледного шара в составе *чечевицеобразного пучка (fasciculus lenticularis)*. Чечевицеобразная петля и чечевицеобразный пучок объединяются с формированием *таламического пучка (fasciculus thalamicus)*. От бледного шара нервные волокна следуют через внутреннюю капсулу к субталамическому ядру в составе субталамического пучка. От бледного шара нервные волокна следуют к ядрам подбугорной области, красному ядру, ретикулярным ядрам, преддверным ядрам и главным оливным ядрам. Мозжечок связан нервными волокнами напрямую со зрительным бугром, красным ядром и главными оливными ядрами.

От некоторых структур экстрапирамидной системы начинаются нисходящие проводящие пути, которые следуют к двигательным ядрам ствола головного и спинного мозга: ретикулярно-спинномозговой, краснаядерно-спинномозговой, крыше-спинномозговой, преддверно-спинномозговой и оливо-спинномозговой пути.

Экстрапирамидная система осуществляет произвольную регуляцию и координацию движений, регуляцию мышечного тонуса, поддержание позы, организацию двигательных проявлений эмоций (смех, плач) и автоматические движения. Кроме того, экстрапирамидная система обеспечивает плавность и точность движений, а также устанавливает исходную позу для их выполнения.

Лимбическая система (висцеральный мозг, круг Папеса)

Лимбическая система (от лат. «limbus» – кайма, край) – это совокупность структур конечного мозга, обеспечивающих формирование мотиваций, эмоций, памяти и поведения (исследовательской деятельности, коммуникативности, ориентации в пространстве), а также регуляцию функций внутренних органов.

Лимбическая система включает древнюю и старую кору конечного мозга, а также комплекс подкорковых структур конечного мозга.

Извилины и борозды медиальной и нижней поверхностей полушарий конечного мозга, покрытые древней и старой корой, получили название лимбической доли. К лимбической доле относятся кора

сводчатой извилины¹⁶, глазничной поверхности лобной доли и островка, а также серый покров мозолистого тела и морской конёк. Кора сводчатой извилины относится к обонятельной коре и образует центральный отдел обонятельного мозга.

К подкорковым структурам лимбической системы относят: обонятельные луковицы, обонятельные пути, обонятельные треугольники, переднее продырявленное пространство, прозрачную перегородку и миндалевидное тело.

Лимбическая система наиболее тесно связана с подбугорной областью и зрительными буграми промежуточного мозга, ретикулярными ядрами ствола головного мозга и новой корой конечного мозга.

Лимбическая система получает афферентную информацию преимущественно от обонятельного анализатора и реализует свои эффекты через вегетативную нервную систему, осуществляя регуляцию деятельности внутренних органов и психической деятельности. За счёт тесной связи с подбугорной областью и гипофизом лимбическая система регулирует функцию эндокринных желёз.

Микроскопическое строение коры полушарий конечного мозга

Нейроны коры конечного мозга – это мультиполярные нейроны, которые в зависимости от формы перикариона разделяют на пирамидные и непиримидные.

Пирамидные нейроны – это уникальный для коры конечного мозга вид нейронов, которые составляют от 50 до 90 % всех нейронов коры. От апикального полюса¹⁷ их пирамидального или конусовидного перикариона отходит апикальный дендрит, который следует в молекулярный слой коры конечного мозга. От основания и боковых поверхностей перикариона пирамидных нейронов отходят боковые дендриты, которые распространяются в том же слое, где находится перикарион. От середины основания перикариона пирамидных нейронов отходит аксон, который следует в белое вещество и даёт множество коллатералей. В зависимости от размеров перикариона пирамидные нейроны разделяют на: гигантские (более 100

¹⁶Сводчатая извилина включает поясную извилину, перешеек поясной извилины, парагиппокампальную извилину, крючок парагиппокампальной извилины, зубчатую извилину и ленточную извилину.

¹⁷ Апикальный полюс перикариона пирамидных нейронов направлен к поверхности коры конечного мозга. Основание перикариона пирамидных нейронов обращено к белому веществу.

мкм), крупные (70–100 мкм), средние (40–70 мкм) и мелкие (10–40 мкм). Гигантские и крупные пирамидные нейроны образуют эфферентные пути коры конечного мозга. Мелкие и средние пирамидные нейроны образуют связи внутри коры конечного мозга.

Непирамидные нейроны располагаются во всех слоях коры конечного мозга. Они принимают афферентные сигналы, поступающие в кору конечного мозга, а их аксоны не покидают кору, передавая нервные импульсы пирамидным нейронам. К непиримидным нейронам коры конечного мозга относят звёздчатые, корзинчатые, аксо-аксонные нейроны, канделябровые нейроны, нейроны с двойным букетом дендритов, горизонтальные нейроны (нейроны Кахалля), клетки Мартинотти.

Звёздчатые нейроны (большие звёздчатые нейроны) – это вставочные тормозные клетки, перикарионы которых расположены в 4 слое коры конечного мозга, а дендриты следуют к апикальным дендритам пирамидных нейронов и покрыты шипиками.

Корзинчатые нейроны – это вставочные тормозные клетки, перикарионы которых расположены во 2 слое, на границе 3–4 слоёв, а также 4–5 слоёв коры конечного мозга. Аксоны корзинчатых нейронов следуют горизонтально и оплетают перикарионы средних и крупных пирамидных нейронов, формируя корзинки пирамидных нейронов. Особым видом корзинчатых нейронов являются колонковые корзинчатые нейроны, которые обеспечивают торможение выше- и нижерасположенных пирамидных нейронов внутри модуля (колонки) коры.

Аксо-аксонные нейроны – это вставочные тормозные клетки, перикарионы которых расположены во 2–3 слоях, а аксоны следуют горизонтально, параллельно поверхности коры, отдавая многочисленные коллатерали, формирующие синапсы на начальных отделах аксонов пирамидных нейронов 2–3 слоёв.

Канделябровые нейроны – это мелкие звёздчатые вставочные тормозные клетки, которые встречаются во всех слоях коры. Аксоны канделябровых нейронов следуют горизонтально и формируют восходящие и нисходящие коллатерали, которые спиралевидно окружают апикальные дендриты пирамидных нейронов, реже аксоны пирамидных нейронов.

Нейроны с двойным букетом дендритов – это вставочные тормозные клетки, веретеновидные перикарионы которых расположены вертикально во 2–3 слоях коры. От верхнего и нижнего полюсов пе-

рикарiona отходят пучки дендритов. От боковой поверхности перикариона отходит аксон, который Т-образно делится и образует многочисленные коллатерали с дендритами пирамидных и непиримидных нейронов.

Нейроны с аксонным пучком – это мелкие звёздчатые вставочные тормозные клетки, перикарионы которых расположены во 2 слое коры. Аксоны этих нейронов следуют в молекулярный слой, образуют там коллатерали, которые следуют параллельно друг другу, формируя пучок (кисточку). Терминали аксонов нейронов с аксонным пучком образуют синапсы с дистальными отделами апикальных дендритов пирамидных нейронов и с тангенциальными нервными волокнами.

Горизонтальные нейроны – это вставочные клетки, веретеновидные перикарионы которых расположены в 1 слое коры параллельно её поверхности. Аксоны горизонтальных нейронов формируют тангенциальные волокна.

Клетки Мартинотти – это мелкие звёздчатые вставочные нейроны, перикарионы которых расположены в 6 слое коры. Аксоны клеток Мартинотти следуют в молекулярный слой и образуют синапсы на перикарионах горизонтальных нейронов, на тангенциальных волокнах и апикальных дендритах пирамидных нейронов.

В зависимости от количества слоёв кору конечного мозга подразделяют на *древнюю кору (paleocortex)*, *старую кору (archicortex)* и *новую кору (neocortex)*.

Древняя кора (paleocortex) – это филогенетически самая древняя область коры полушарий конечного мозга человека, расположенная на нижней поверхности лобной доли. Древняя кора у позвоночных покрывает *обонятельную долю (lobus olfactorius)* полушарий конечного мозга и образует обонятельную кору. В связи с обратным развитием обонятельного мозга у млекопитающих, особенно у приматов¹⁸, древняя кора у человека покрывает структуры, образовавшиеся в результате регрессии *грушевидной доли (lobus piriformis)*¹⁹, а именно: обонятельные луковицы, обонятельные пути, обонятельные треугольники и переднее продырявленное вещество. Древняя кора имеет 2–3 слоя.

¹⁸ Приматы, включая человека, относятся к микросмическим животным.

¹⁹ Обонятельная доля макросмических животных (кошки, собаки) значительно выражена и получает название грушевидной доли.

Старая кора (archicortex) – это филогенетически более молодая область коры полушарий конечного мозга человека, образующая морской конёк (см. далее – с. 165), а также покрывающая зубчатую и сводчатую извилины. Старая кора имеет 3–4 слоя.

Старая и древняя кора составляют аллокортекс, который слабо дифференцирован на слои и имеет более простое строение, чем изокортекс.

Новая кора (neocortex), или изокортекс, – это филогенетически самая молодая область коры полушарий конечного мозга человека, покрывающая верхнебоковую поверхность, а также большую часть нижней и медиальной поверхностей полушарий конечного мозга. Новая кора имеет 5 (низшие млекопитающие, т. е. яйцекладущие и сумчатые) или 6 (высшие млекопитающие, т. е. плацентарные) слоёв.

Вся кора полушарий конечного мозга рыб представлена древней корой. В конечном мозге земноводных по-прежнему доминирует древняя кора и появляется старая кора. В конечном мозге пресмыкающихся появляется новая кора. Дальнейшее развитие коры конечного мозга в эволюционном ряду сопровождается увеличением площади новой коры. Так, у человека новая кора составляет более 90 % коры конечного мозга.

Распределение нейронов в коре конечного мозга получило название цитоархитектоники, распределение нервных волокон – миелоархитектоники.

Микроскопическое строение аллокортекса

Аллокортекс имеет гетерогенное строение и образован 2–4 слоями. Строение аллокортекса представлено на примере морского конька и зубчатой извилины.

Морской конёк (см. далее – с. 165) на фронтальном (поперечном) срезе имеет три нечётко разделённых слоя:

1. *Лакунарно-молекулярный (stratum lacunosum-moleculare)* – это самый поверхностный слой морского конька, обращённый к борозде морского конька. Этот слой содержит мало клеток и образован апикальными дендритами пирамидных нейронов морского конька.

В лакунарно-молекулярном слое различают 3 подслоя:

1.1. *Молекулярный подслой (substratum moleculare)* – содержит дистальные отделы апикальных дендритов пирамидных нейронов морского конька и их терминальные ветвления.

1.2. *Лакунарный подслой (substratum lacunosum)* – содержит промежуточные отделы апикальных дендритов пирамидных нейронов морского конька и их боковые ветвления.

1.3. *Лучевой подслой (substratum radiatum)* – содержит проксимальные отделы апикальных дендритов пирамидных нейронов.

2. *Пирамидный (stratum pyramidale)* – это средний слой, расположенный под лакунарно-молекулярным слоем, который содержит перикарионы пирамидных нейронов.

3. *Восходящий (краевой) слой (stratum oriens)* – это самый глубокий слой морского конька, обращенный к лотку морского конька, который содержит базальные дендриты и аксоны пирамидных нейронов.

Под восходящим слоем расположен лоток морского конька, образованный аксонами пирамидных нейронов, расположенных в пирамидном слое морского конька.

В области CAIII морского конька между лакунарно-молекулярным и пирамидным слоями выделяют *блестящий слой (stratum lucidum)*.

Кора зубчатой извилины включает три нечётко разделённых слоя:

Молекулярный слой (stratum moleculare) – это наружный слой, который образован дендритами зернистых нейронов и звёздчатыми нейронами.

Зернистый слой (stratum granulare) – это средний слой, который образован плотно расположенными перикарионами зернистых нейронов и корзинчатыми пирамидными нейронами. В слое располагается 4–6 рядов зернистых нейронов (диаметр перикариона около 7 мкм).

Полиморфный слой (stratum multiforme) – это внутренний слой, который образован мелкими нейронами, перикарионы которых имеют различную форму (мшистые нейроны, веретеновидные нейроны), и аксонами зернистых нейронов.

В коре энторинальной области парагиппокампальной извилины выделяют 4–5 слоёв, кора этой области является переходной между аллокортексом и изокортексом.

Микроскопическое строение изокортекса

В новой коре конечного мозга выделяют 6 нечётко отделённых друг от друга слоёв (рис. 16).

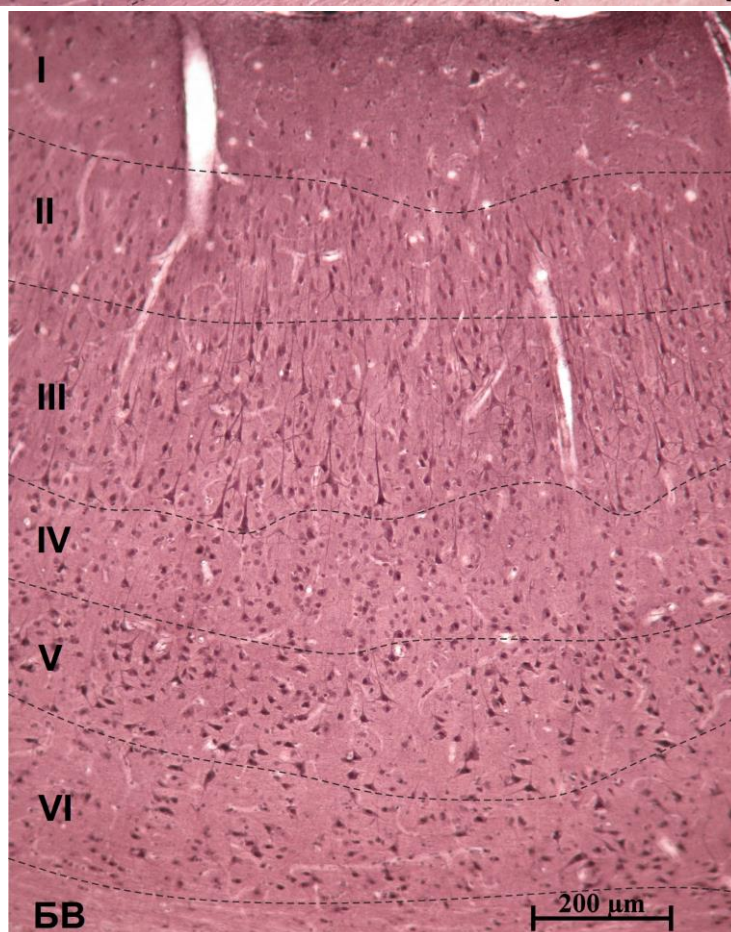


Рис. 16. Микроскопическое строение конечного мозга (импрегнация нитратом серебра). БВ – белое вещество, К – новая кора и ММО – мягкая мозговая оболочка с кровеносными сосудами. Кора образована слоями: I – молекулярный слой, II – наружный зернистый слой, III – наружный пирамидный слой, IV – внутренний зернистый слой, V – внутренний пирамидный слой, VI – полиморфный слой

1. *Молекулярный слой (stratum moleculare)* – это самый поверхностный слой коры конечного мозга, который расположен под мягкой мозговой оболочкой и содержит преимущественно горизонтально расположенные нервные волокна. Молекулярный слой содержит мало нейронов, которые представлены, главным образом, горизонтальными нейронами (нейронами Кахаля). Аксоны горизонтальных нейронов образуют тангенциальные нервные волокна молекулярного слоя. В этом слое располагаются дендриты нейронов всех нижележащих слоёв коры конечного мозга (рис. 17).

2. *Наружный зернистый слой (stratum granularis externus)* содержит мелкие пирамидные нейроны и звездчатые нейроны. Аксоны их оканчиваются в 3, 4, 6 слоях коры, а дендриты поднимаются в молекулярный слой (рис. 17). Нейроны этого слоя принимают афферентную информацию, поступающую в кору по ассоциативным путям

3. *Наружный пирамидный слой (stratum pyramidalis externus)* состоит преимущественно из мелких и средних пирамидных нейронов, а также непирамидных нейронов. Размер пирамидных клеток увеличивается от наружного зернистого слоя к внутреннему зернистому слою. Пирамидный слой максимально выражен в ассоциативных и сенсомоторных областях коры конечного мозга. Апикальные дендриты пирамидных нейронов направляются в молекулярный слой, а боковые – образуют синапсы с соседними нейронами этого же слоя. Аксоны пирамидных нейронов идут в белое вещество, образуя корково-корковые пути (рис. 17). Некоторые из них образуют синапсы на нейронах своего полушария и являются ассоциативными нервными волокнами, другие проходят через мозолистое тело и являются комиссуральными нервными волокнами.

4. *Внутренний зернистый слой (stratum granularis internus)* состоит из звездчатых нейронов и мелких пирамидных нейронов. Их дендриты идут в молекулярный слой, аксоны – в белое вещество (рис. 17). Внутренний зернистый слой коры конечного мозга принимает афферентные проекционные пути. Он хорошо развит в слуховой и зрительной зонах.

5. *Внутренний пирамидный слой (stratum pyramidalis internus)* образован крупными, а в моторной коре (предцентральной извилина) – гигантскими пирамидными нейронами (клетками Беца). Апикальные дендриты этих клеток направляются в молекулярный слой, боковые – ветвятся в этом же слое. Аксоны пирамидных нейронов внутреннего пирамидного слоя покидают кору, образуя пирамидный

путь, нервные волокна которого направляются к двигательным ядрам ствола головного мозга (корково-ядерный путь) и спинного мозга (корково-спинномозговой путь). От аксонов пирамидных нейронов, образующих пирамидный путь, отходят коллатерали, которые возвращаются в кору конечного мозга, а также следуют к красному ядру, хвостатому ядру, верхнему оливному комплексу и другим структурам экстрапирамидной системы. Аксоны пирамидных нейронов внутреннего пирамидного слоя образуют проекционные эфферентные пути (рис. 17).

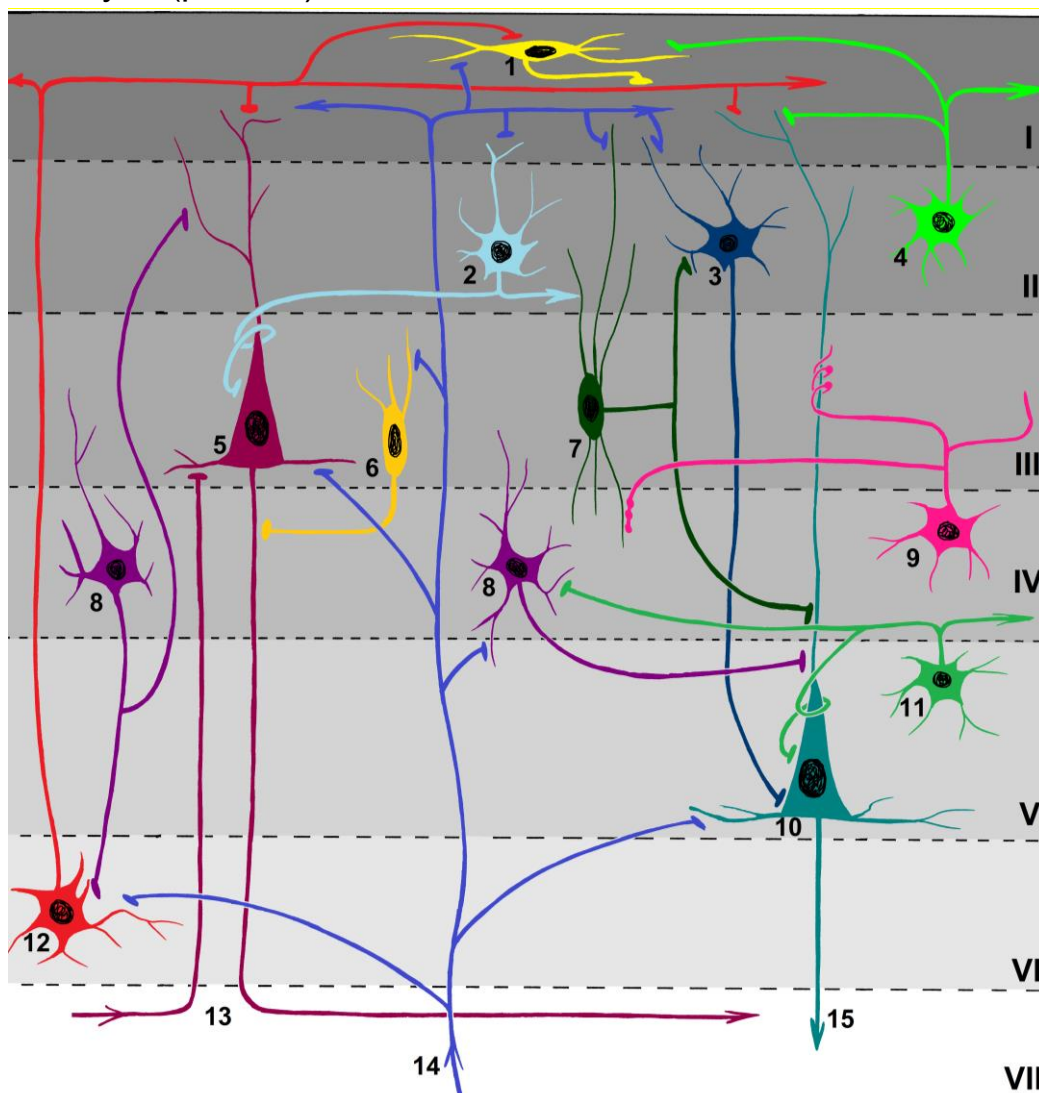


Рис. 17. Схема строения коры конечного мозга человека (рисунок Ивановой В.В., 2020)

- | | | |
|------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| I | – Молекулярный слой | III – Наружный пирамидный слой |
| 1. | Горизонтальный нейрон | 5. Средний пирамидный нейрон |
| II – Наружный зернистый слой | | 6. Аксо-аксонный нейрон |
| 2. | Корзинчатый нейрон | 7. Нейрон с двойным букетом дендритов |
| 3. | Звездчатый нейрон | IV – Наружный зернистый слой |
| 4. | Нейрон с аксонным пучком | |

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| 8. Звёздчатый нейрон | VII – Белое вещество конечного мозга |
| 9. Канделябровый нейрон | |
| V – Внутренний пирамидный слой | 13. Кортико-корковое нервное волокно |
| 10. Крупный пирамидный нейрон | 14. Таламо-корковое нервное волокно |
| 11. Корзинчатый нейрон | 15. Нервное волокно пирамидного пути |
| VI – Полиморфный слой | |
| 12. Клетка Мартинотти | |

6. *Полиморфный слой (stratum multiforme)* содержит непирамидные нейроны: звёздчатые, клетки Мартинотти, веретеновидные. Их аксоны поднимаются в молекулярный слой и образуют синапсы на перикарионах горизонтальных нейронов, на тангенциальных волокнах и апикальных дендритах пирамидных нейронов (рис. 17).

В зависимости от выраженности тех или иных слоёв, в коре конечного мозга выделяют 2 типа новой коры: гранулярный и агранулярный.

Гранулярный тип характеризуется значительным развитием наружного и внутреннего зернистых слоёв. Гранулярный тип коры характерен для чувствительных (сенсорных) зон коры конечного мозга.

Агранулярный тип коры характеризуется значительным развитием наружного и внутреннего пирамидных, а также полиморфного слоёв, при этом наружный и внутренний зернистые слои развиты слабо. Агранулярный тип коры характерен для двигательных (моторных) зон коры конечного мозга.

Миелоархитектоника коры конечного мозга представлена внутрикорковыми отделами проекционных, комиссуральных и ассоциативных нервных волокон.

Проекционные (афферентные и эфферентные) нервные волокна формируют радиальные лучи, которые следуют перпендикулярно поверхности коры конечного мозга, пронзая 2–6 слои. Ширина радиальных лучей увеличивается от 2 к 6 слою коры конечного мозга. Радиальные лучи образованы нервными волокнами афферентных проводящих путей, начинающихся от ядер зрительных бугров и колленчатых тел. Большая часть афферентных нервных волокон проводящих путей оканчивается в 4 слое коры конечного мозга. Нервные волокна эфферентных проводящих путей связывают кору конечного мозга с подкорковыми структурами головного мозга. Большая часть нервных волокон эфферентных проводящих путей начинается в 5 слое коры конечного мозга.

Ассоциативные и комиссуральные нервные волокна следуют в коре (внутрикорковые нервные волокна) параллельно её поверхности. В 1 слое коры конечного мозга располагаются тангенциальные волокна, во 2 слое – нервные волокна, формирующие полосу Бехтерева, в 4 слое – нервные волокна, образующие наружную полосу Баярже, в 5 слое – нервные волокна, образующие внутреннюю полосу Баярже.

Глиальные клетки коры конечного мозга представлены астроцитами, олигодендроглиоцитами и микроглиоцитами.

Структурно-функциональной единицей коры конечного мозга является модуль (колонка) коры. Модуль коры представляет собой цилиндрическую колонку (диаметр 20–500 мкм), проходящую через все слои коры конечного мозга. В коре конечного мозга человека имеется 2–3 млн модулей коры, каждый из которых содержит около 5000 нейронов.

Афферентными нервными волокнами модуля коры являются ассоциативные и комиссуральные, а также проекционные нервные волокна.

Центр модуля коры образует примерно 100 корково-корковых (ассоциативных или комиссуральных) нервных волокон, которые являются аксонами пирамидных нейронов других модулей коры. Эти нервные волокна образуют синапсы с нейронами всех слоёв коры (например, с клетками Мартинотти, большими звёздчатыми нейронами, боковыми дендритами пирамидных нейронов и др.). Корково-корковые нервные волокна доходят до 1 слоя коры конечного мозга и покидают пределы модуля коры, переходя в смежные модули. Афферентные проекционные нервные волокна (таламо-корковый путь) следуют в центре модуля коры, формируя синапсы на перикарионах и боковых дендритах пирамидных нейронов 3 слоя, на больших звёздчатых нейронах 4 слоя, а также на боковых дендритах и телах пирамидных нейронов 5 слоя.

Внутримодульные (вертикальные, локальные) связи обеспечиваются вставочными нейронами (аксо-аксонные нейроны, канделябровые нейроны, звёздчатые нейроны, корзинчатые нейроны, нейроны с двойным букетом дендритов, нейроны с аксонным пучком).

Эфферентные нервные волокна модуля коры представлены ассоциативными и комиссуральными, а также проекционными нервными волокнами.

Периферию модуля коры образуют эфферентные нервные волокна. Аксоны средних пирамидных нейронов 3 слоя коры конечного мозга формируют связи с модулями своего (ассоциативные нервные волокна) и противоположного (комиссуральные нервные волокна) полушария. Аксоны крупных и гигантских пирамидных нейронов 5 слоя коры и аксоны непиримидных нейронов 6 слоя коры конечного мозга формируют эфферентные проекционные нервные волокна, которые следуют к подкорковым структурам.

Функциональная морфология коры конечного мозга

На основании физиологических, морфологических и клинических исследований определено функциональное значение различных областей коры конечного мозга. Области коры с уникальной cito- и миелоархитектоникой, обеспечивающие выполнение определённой функции и имеющие характерные связи с другими областями коры и подкорковыми структурами, получили название корковых нервных центров (нервных центров коры).

Различают проекционные (первичные) и ассоциативные (вторичные, третичные и т.д.) корковые нервные центры. Ассоциативные корковые нервные центры формируются позже, чем проекционные, и играют важную роль в формировании психической (высшей нервной) деятельности.

Проекционные корковые нервные центры – это области коры конечного мозга, от которых начинаются нисходящие проводящие пути или в которых заканчиваются восходящие проводящие пути. Проекционные нервные центры имеют непосредственную связь с подкорковыми нервными центрами.

Ассоциативные корковые нервные центры – это области коры конечного мозга, имеющие двустороннюю связь с проекционными или другими ассоциативными корковыми нервными центрами. Ассоциативные корковые нервные центры не имеют непосредственной связи с подкорковыми нервными центрами.

Функциональная морфология коры лобной доли

1. Проекционный центр двигательных функций (кинестетический центр) – это кора лобной доли, расположенная в предцентральной извилине и парацентральной дольке, образующая моторную область коры конечного мозга. От гигантских и крупных пира-

мидных нейронов 5 слоя коры этой области начинаются нисходящие пирамидные пути, которые разделяются на *корково-ядерные* (*tractus corticonuclearis*) и *корково-спинномозговые* (*tractus corticospinalis*) пути. В проекционном центре двигательных функций существует соматотопическое представительство (соматотопическая локализация) скелетных мышц различных частей тела и внутренних органов. Так, в нижней трети этого центра находятся зоны, ответственные за иннервацию скелетных мышц головы и шеи, в средней – мышц верхней конечности, в верхней трети – мышц туловища, а в коре парацентральной дольки – мышц нижней конечности. Области коры этого центра, иннервирующие мелкие мышцы, выполняющие сложные и точные движения, имеют большую площадь, чем области, иннервирующие крупные мышцы, выполняющие простые движения и обеспечивающие поддержание позы. Условное изображение соматотопического представительства различных скелетных мышц тела человека с учётом их функционального значения в проекционном центре двигательных функций получило название моторного гомункулюса Пенфилда.

2. Ассоциативный двигательный центр речи (речедвигательный, центр артикуляции речи, центр Брока) – это кора задней трети нижней лобной извилины. Ассоциативный двигательный центр речи является односторонним (у правшей располагается в левом полушарии, у левшей – в правом полушарии) и граничит сзади с проекционным центром двигательных функций. Нервные импульсы из ассоциативного двигательного центра речи поступают в проекционный центр двигательных функций и далее по *корково-ядерному пути* (*tractus corticonuclearis*) следуют к мышцам, обеспечивающим произнесение звуков (мышцы гортани, мышцы языка, мышцы мягкого нёба, мимические и жевательные мышцы, мышцы шеи). Ассоциативный двигательный центр речи начинает формироваться на 3 месяце постнатального периода развития человека.

3. Ассоциативный центр письменных знаков (двигательный анализатор письменных знаков, центр графии) – это кора заднего отдела средней лобной извилины. Ассоциативный центр письменных знаков является односторонним (у правшей он располагается в левом полушарии, у левшей – в правом полушарии). В этот центр поступает информация от ассоциативного центра целенаправленных привычных движений, для обеспечения точных, тонких движений кисти, что необходимо для написания цифр, букв и рисования.

Из ассоциативного центра письменных знаков нервные импульсы направляются в проекционный центр двигательных функций, а оттуда по *корково-спинномозговым путям (tractus corticospinalis)* следуют к мышцам верхней конечности. Ассоциативный центр письменных знаков начинает формироваться на 5–6 году жизни ребёнка и развивается в течение всей жизни человека.

4. Ассоциативный центр сочетанного поворота головы и глаз (кортикальный центр взора) – это кора переднего отдела средней лобной извилины. Он обеспечивает сочетанный поворот головы и глаз за счёт нервных импульсов, поступающих в него из проекционного центра общей чувствительности, главным образом проприоцептивной, от скелетных мышц глазного яблока. Кроме того, в этот центр поступают нервные импульсы от проекционного центра зрения. От ассоциативного центра сочетанного поворота головы и глаз нервные импульсы направляются в проекционный центр двигательных функций, а затем к скелетным мышцам глазного яблока и шеи.

Функциональная морфология коры теменной доли

1. Проекционный центр общей чувствительности (тактильной, болевой, температурной и сознательной проприоцептивной, ядро анализатора общей чувствительности) – это кора теменной доли, расположенная в позадицентральной извилине и околоцентральной дольке. В проекционном центре общей чувствительности заканчиваются нервные волокна *таламо-коркового пути (tractus thalamocorticalis)* от нейронов вентральной и медиальной групп ядер зрительных бугров противоположной стороны. В проекционном центре общей чувствительности существует соматотопическое представительство (соматотопическая локализация) участков кожи различных частей тела и слизистых оболочек. Так, в нижней трети этого центра находятся области, ответственные за иннервацию кожи головы и шеи, а также конъюнктивы, слизистых оболочек глотки, полости рта и носа. В средней трети проекционного центра общей чувствительности находятся области, ответственные за иннервацию кожи верхних конечностей, в верхней трети – кожи туловища и слизистых оболочек дистального отдела кишечника, мочеиспускательного канала и половых органов. В коре околоцентральной дольки находятся области, ответственные за иннервацию кожи нижних конечностей. Участки кожи, имеющие высокую плотность расположения рецепторов, имеют большую площадь в проекционном центре

общей чувствительности, по сравнению с участками кожи того же размера, имеющими мало рецепторов. Условное изображение соматотопического представительства различных участков кожи тела человека с учётом плотности их иннервации в проекционном центре общей чувствительности получило название сенсорного гомункулюса Пенфилда.

2. Ассоциативный центр схемы тела – это кора теменной доли, примыкающая к внутритеменной борозде. В ассоциативный центр схемы тела поступают нервные импульсы от проекционного центра общей чувствительности (главным образом, сознательная проприоцептивная чувствительность). В этом центре также имеется соматотопическое представительство различных частей тела. Ассоциативный центр схемы тела обеспечивает идентификацию частей тела, определение положения тела и отдельных его частей в пространстве, а также взаимное расположение частей тела и оценку мышечного тонуса.

3. Ассоциативный центр стереогноза (ядро кожного анализатора узнавания предметов на ощупь) – это кора верхней теменной доли (в правом полушарии для левой кисти, в левом полушарии для правой кисти). Ассоциативный центр стереогноза обеспечивает анализ и синтез импульсов, поступающих из проекционного центра общей чувствительности, вследствие чего происходит узнавание ранее встречавшихся предметов на ощупь. На протяжении жизни ассоциативный центр стереогноза постоянно совершенствуется.

4. Ассоциативный центр целенаправленных привычных движений (ядро праксии) – это кора надкраевой извилины теменной доли. Этот центр является односторонним²⁰ (у правшей он располагается в левом полушарии, а у левшей – в правом полушарии конечного мозга). Ассоциативный центр целенаправленных привычных движений осуществляет анализ и синтез информации и направляет нервные импульсы в проекционный центр двигательных функций, откуда они по пирамидным путям следуют к соответствующим мышцам. Кроме того, ассоциативный центр целенаправленных привычных движений имеет связь с проекционным центром общей чувствительности. Ассоциативный центр целенаправленных привычных движений развивается в течение всей жизни человека и

²⁰Амбидекстры – это люди, которые в одинаковой степени владеют правой и левой рукой. Амбидекстры имеют развитые в разной степени ассоциативные центры целенаправленных привычных движений в обоих полушариях.

формируется в результате многократного повторения сложных целенаправленных действий (работа на клавиатуре, игра на музыкальных инструментах, выполнение хирургических манипуляций и т.д.).

5. Ассоциативный зрительный центр речи (зрительный анализатор письменной речи, центр лексии, центр Дежерина) – это кора угловой извилины нижней теменной доли. Ассоциативный зрительный центр речи связан с проекционным центром зрения и получает от него афферентную информацию. В ассоциативном зрительном центре речи происходит узнавание и анализ известных человеку букв, цифр, символов и иных знаков, а также понимание их смысла. Ассоциативный зрительный центр речи обеспечивает понимание рукописного и печатного текста. Он формируется у детей с трёх лет.

Функциональная морфология коры височной доли

1. Проекционный центр слуха (ядро слухового анализатора) – это кора средней трети верхней височной извилины, преимущественно на поверхности, обращённой к боковой борозде. В проекционном центре слуха заканчиваются нервные волокна, проходящие в составе слуховой лучистости от ядер медиальных коленчатых тел своей и противоположной сторон.

2. Проекционный центр вкуса (ядро вкусового анализатора) – это кора нижней поверхности парагиппокампальной извилины и крючка парагиппокампальной извилины. В проекционном центре вкуса заканчиваются нервные волокна вкусового пути своей и противоположной сторон, происходящие от нейронов вентральной и медиальной групп ядер зрительных бугров.

3. Проекционный центр обоняния (ядро обонятельного анализатора) – это кора медиальной поверхности парагиппокампальной извилины и крючка парагиппокампальной извилины. В проекционном центре обоняния заканчиваются нервные волокна обонятельного пути своей и противоположной сторон, следующие от нейронов обонятельных треугольников, переднего продырявленного вещества, подмозолистой извилины и прозрачной перегородки. Некоторые нервные волокна обонятельного анализатора от подкорковых обонятельных центров (например, от сосцевидных тел) следуют в составе сосцевидно-таламического пучка к нейронам ядер передней группы зрительных бугров. От ядер передней группы зрительных

бугров нервные импульсы следуют к новой коре вентральной поверхности лобной доли.

4. Проекционный центр чувствительности от внутренних органов (анализатор висцероцепции) – это кора нижней трети позадицентральной извилины. В этом центре заканчиваются нервные волокна интероцептивного пути от ядер зрительного бугра. К ядрам зрительных бугров информация от внутренних органов следует в составе *ядерно-таламических путей (tractus nucleothalamicus)*.

5. Проекционный центр вестибулярных функций (ядро вестибулярного анализатора) – это кора средней и нижней височных извилин, а также прилежащие к верхней височной извилине участки коры лобной и теменной долей. В проекционном центре вестибулярных функций заканчиваются нервные волокна от срединной (центральной) группы ядер зрительного бугра.

6. Ассоциативный центр слуха (акустический центр речи, центр Вернике) – это кора задней трети верхней височной извилины. В ассоциативном центре слуха заканчиваются нервные волокна, идущие от проекционного центра слуха. Ассоциативный центр слуха обеспечивает идентификацию ранее слышанных звуков, а также понимание своей и чужой речи. Ассоциативный центр слуха формируется на 2–3 месяце постнатального периода развития человека: ребёнок начинает различать членораздельную речь, затем отдельные слова, затем словосочетания и предложения.

Функциональная морфология коры затылочной доли

1. Проекционный центр зрения (ядро зрительного анализатора) – это кора, расположенная на медиальной поверхности затылочных долей, примыкающая к шпорной борозде. В проекционном центре зрения заканчиваются нервные волокна, следующие от ядер латеральных коленчатых тел и ядер подушки зрительного бугра своей и противоположной сторон, проходящие в составе зрительной лучистости.

2. Ассоциативный центр зрения (анализатор зрительной памяти) – это кора верхнебоковой поверхности затылочной доли (у правой располагается в левом полушарии, у левой – в правом полушарии). Ассоциативный центр зрения обеспечивает запоминание и узнавание предметов по их внешнему виду (форме, цвету и т.д.), а также ориентацию в привычной обстановке (домашняя планировка, служебные кабинеты и пр.).

Следует отметить, что проекционные центры общей чувствительности получают афферентную информацию только от рецепторов противоположной стороны тела, тогда как проекционные центры специальной (зрительной, слуховой, вестибулярной, обонятельной и вкусовой) чувствительности получают афферентную информацию от рецепторов как своей, так и противоположной стороны тела.

Функциональная морфология коры островка

1. Проекционный центр чувствительности от внутренних органов – вместе с прилежащими участками коры височной доли принимает интероцептивную информацию от ядер зрительного бугра.

Первый и второй желудочки мозга

Первый и второй желудочки мозга получают название боковых желудочков. Первый (левый боковой) и второй (правый боковой) желудочки мозга представляют собой парные щелевидные полости сложной формы, расположенные в сагиттальной плоскости. Боковые желудочки мозга являются полостями полушарий конечного мозга и состоят из следующих частей.

1. *Передний рог (cornu anterius)* – расположен в лобной доле и является лобной частью боковых желудочков.

2. *Центральная часть (pars centralis)* – расположена в теменной доле и является теменной частью боковых желудочков.

3. *Задний рог (cornu posterius)* – расположен в затылочной доле и является затылочной частью боковых желудочков.

4. *Нижний рог (cornu inferius)* – расположен в височной доле и является височной частью боковых желудочков.

Полость переднего рога (длина 2,5–3 см) бокового желудочка на поперечном срезе имеет треугольную форму. Медиальная стенка переднего рога бокового желудочка образована *прозрачной перегородкой (septum pellucidum)*, латеральная стенка – *головкой хвостатого ядра (caput nuclei caudate)*, верхняя стенка – *лобными щипцами (forceps frontalis)*.

Полость центральной части бокового желудочка (длина 4 см, ширина 1,5 см) на поперечном срезе имеет щелевидную форму, простираясь от межжелудочкового отверстия до места отхождения заднего и нижнего рогов бокового желудочка. Верхняя стенка (крыша) центральной части бокового желудочка образована теменной

частью лучистости мозолистого тела. Нижняя стенка (дно) центральной части бокового желудочка образована (от латеральной части к медиальной) телом хвостатого ядра, терминальной полоской и зрительным бугром. Медиальной стенкой центральной части бокового желудочка является тело свода.

Полость заднего рога бокового желудочка (длина 1,5–2 см) на поперечном срезе имеет треугольную форму. Медиальная стенка заднего рога бокового желудочка вогнутая и имеет два продольных валика, лежащих друг над другом. Меньший верхний валик – *луковица заднего рога (bulbus cornus posterioris)*, формируется пучком нервных волокон, идущих от мозолистого тела к коре затылочной доли, и является дном теменно-затылочной борозды. Большой нижний валик – *птичья шпора (calcar avis)*, соответствует дну *шпорной борозды (sulcus calcarinus)*. Верхняя и боковая стенки заднего рога бокового желудочка образованы задней частью лучистости мозолистого тела – *затылочными щипцами (forceps occipitalis)*. Белое вещество полушарий мозга, окружающее задний рог бокового желудочка, получило название *покрова (tapetum)*.

Полость нижнего рога бокового желудочка (длина 3–4 см) представляет собой изогнутую щель, которая на поперечном срезе имеет четырёхугольную форму. Передний конец полости обращён к миндалевидному телу. Латеральная и верхняя стенки нижнего рога бокового желудочка образованы нервными волокнами мозолистого тела. Нижняя стенка нижнего рога бокового желудочка имеет треугольной формы возвышение – *обходной треугольник (trigonum collateralis)*, задние отделы которого продолжают в стенку заднего рога бокового желудочка. Впереди и латерально боковой треугольник продолжается в выступ – *обходное возвышение (eminentia collateralis)*, которое соответствует дну *обходной борозды (sulcus collateralis)*. Медиальная стенка нижнего рога бокового желудочка вогнута в полость нижнего рога и имеет изогнутый продольный выступ – *морской конёк (hippocampus) или аммонов рог (cornu ammoni)* (рис. 18).

Морской конёк (длина 3 см) образуется вследствие вдавления в полость нижнего рога бокового желудочка *борозды морского конька (sulcus hippocampi)*. Задние отделы морского конька начинаются в заднем отделе центральной части бокового желудочка. Около переднего конца нижнего рога морской конёк заканчивается расширением, которое называется *нога морского конька (pes hippocampi)*,

которая разделена несколькими короткими бороздами – межпальцевыми бороздами – на фрагменты, *пальцы морского конька* (*digiti hippocampi*). Выделяют *верхнюю (дорсальную) (regio superior)* и *нижнюю (вентральную) (regio inferior)* части морского конька, которые отличаются гистологическим строением. Медиальнее морского конька, примыкая к нему, располагается *основание морского конька (subiculum hippocampi)*. Основание морского конька является частью медиальной поверхности парагиппокампальной извилины, находящейся в борозде морского конька (рис. 18).

Лоток морского конька (alveus hippocampi) – это слой белого вещества на поверхности морского конька, обращенной в полость бокового желудочка, который медиальнее переходит в бахромку морского конька. Кнутри и медиальнее морского конька располагается *бахромка морского конька (fimbria hippocampi)*, продолжающаяся назад в ножки свода головного мозга.

Морской конёк имеет 4 области, пронумерованные от парагиппокампальной извилины к зубчатой извилине и имеющие различное строение: область I (CAI – cornu ammoni I) граничит с основанием морского конька, область II (CAII – cornu ammoni II), область III (CAIII – cornu ammoni III) и область IV (CAIV – cornu ammoni IV), которая граничит с бахромкой морского конька (рис. 18).

Нижнемедиальная часть переднего отдела парагиппокампальной извилины, которая обращена к зубчатой извилине и скрыта в борозде морского конька, получила название энторинальной области²¹. Энторинальная область медиально граничит с морским коньком.

Энторинальная область разделяется на зоны, которые получили название прооснование, основание, предоснование, постоснование и околооснование морского конька.

Прооснование морского конька (prosubiculum hippocampi) представляет собой переходную область между основанием морского конька и его областью CAI (рис. 18).

Основание морского конька (subiculum hippocampi) представляет собой медиальную часть парагиппокампальной извилины, расположенную в борозде морского конька (рис. 18).

Предоснование морского конька (presubiculum hippocampi) представляет собой переднюю часть парагиппокампальной извили-

²¹ Энторинальная область парагиппокампальной извилины соответствует 28 и 34 полям Бродмана.

ны, выявляемую на нижней поверхности полушарий конечного мозга, перед её крючком (рис. 18).

Постоснование морского конька (postsubiculum hippocampi) – это задняя часть парагиппокампальной извилины, выявляемая на нижней поверхности полушарий конечного мозга.

Околооснование морского конька (parasubiculum hippocampi) представляет собой переходную зону между энторинальной областью и латеральной поверхностью парагиппокампальной извилины. Околооснование морского конька располагается на нижней поверхности в переднем отделе парагиппокампальной извилины (рис. 18).

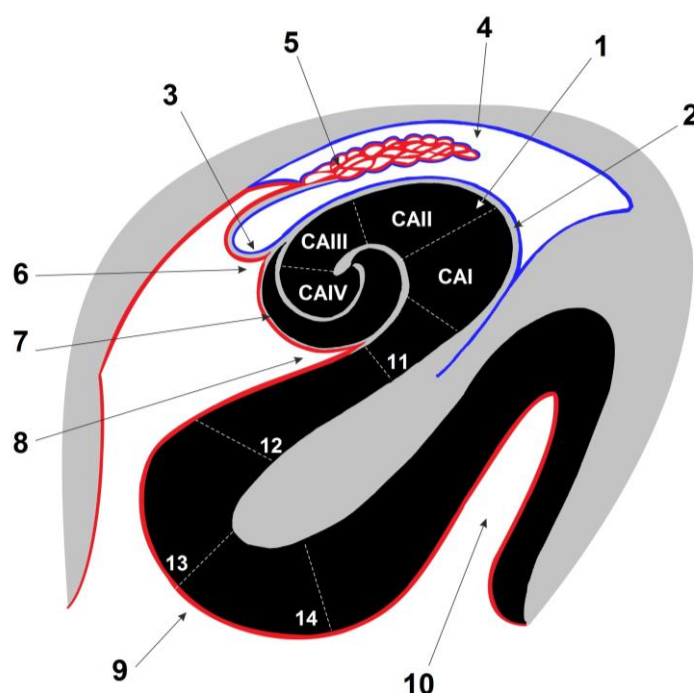


Рис. 18. Строение морского конька (фронтальный разрез) (рисунок Ивановой В.В., 2020)

Мягкая мозговая оболочка показана красным цветом, эпендима – синим цветом. CAI –CAIV – области морского конька

1. Морской конёк (hippocampus)
2. Лоток морского конька (alveus hippocampi)
3. Бахромка морского конька (fimbria hippocampi)
4. Нижний рог бокового желудочка (cornu inferior ventriculi lateralis)
5. Сосудистое сплетение бокового желудочка (plexus choroideus ventriculi lateralis)
6. Бахромчато-зубчатая борозда (sulcus fimbriodentatus)
7. Зубчатая извилина (gyrus dentatus)
8. Борозда морского конька (sulcus hippocampi)
9. Парагиппокампальная извилина (gyrus parahippocampalis)
10. Обходная борозда (sulcus collateralis)
11. Прооснование морского конька (prosubiculum hippocampi)

12. Основание морского конька (*subiculum hippocampi*)
13. Предоснование морского конька (*presubiculum hippocampi*)
14. Околооснование морского конька (*parasubiculum hippocampi*)

Морской конёк, энторинальную область парагиппокампальной извилины и зубчатую извилину объединяют под названием гиппокамповая (гиппокампальная) формация (область). Гиппокамповая формация играет важную роль в формировании памяти, регуляции навигации в пространстве и управлении вниманием.

Часть медиальной стенки нижнего рога бокового желудочка представлена *сосудистым сплением бокового желудочка (plexus choroideus ventriculi lateralis)*. Сосудистое сплетение бокового желудочка не заходит в задний рог бокового желудочка и следует в центральную часть бокового желудочка мозга, где соединяется с участком сосудистого сплетения третьего желудочка, проникающим в центральную часть бокового желудочка через межжелудочковое отверстие. В области обходного треугольника сосудистое сплетение бокового желудочка образует расширение – *сосудистый клубок (glomus choroideum)*. Сосудистое сплетение бокового желудочка прикрепляется к медиальному краю бахромки морского конька, образуя *ремешок свода (taenia fornicis)*.

Межжелудочковое отверстие (foramen interventriculare) – это парное серповидной формы отверстие, соединяющее полость третьего желудочка с полостью бокового желудочка. Межжелудочковое отверстие находится в переднем отделе третьего желудочка и расположено между столбами свода и передним бугорком зрительного бугра.

Контрольные вопросы

1. Назовите доли полушарий головного мозга.
2. Назовите компоненты полушарий конечного мозга.
3. Перечислите первичные борозды полушарий конечного мозга.
4. Какие структуры входят в состав обонятельного мозга?
5. Что такое лимбическая система мозга?
6. Назовите базальные ядра конечного мозга.
7. Какие пучки образуют нервные волокна в белом веществе конечного мозга?
8. Какие проводящие пути проходят во внутренней капсуле?
9. Охарактеризуйте мозолистое тело конечного мозга.

10. Что такое морской конёк?
11. Какие слои выделяют в новой коре конечного мозга?
12. Что такое цито- и миелоархитектоника коры?
13. Охарактеризуйте гранулярный и агранулярный типы коры конечного мозга.
14. Дайте определение моторному и сенсорному гомункулюсам Пенфилда.
15. Где расположен центр речи?

Тестовые задания

Выберите один правильный ответ.

1. АССОЦИАТИВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР РЕЧИ ЛОКАЛИЗУЕТСЯ В
 - a) височной доле
 - b) затылочной доле
 - c) лобной доле
 - d) островке

2. БОРОЗДА, ОТДЕЛЯЮЩАЯ ЛОБНУЮ ДОЛЮ ОТ ТЕМЕННОЙ ДОЛИ,
 - a) боковая
 - b) центральная
 - c) поясная
 - d) позадицентральная

3. ПРОЕКЦИОННЫЙ ЦЕНТР ОБЩЕЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЛОКАЛИЗОВАН В
 - a) предцентральной извилине
 - b) позадицентральной извилине
 - c) верхней височной извилине
 - d) угловой извилине

4. ОСТРОВК РАСПОЛОЖЕН ПОД _____ ДОЛЯМИ ПОЛУШАРИЙ КОНЕЧНОГО МОЗГА
 - a) теменной и затылочной
 - b) затылочной и височной
 - c) височной и лобной
 - d) лобной и затылочной

5. ПРОЕКЦИОННЫЙ ЦЕНТР ОБОНЯНИЯ ЛОКАЛИЗОВАН В
- a) сосцевидных телах
 - b) верхней теменной дольке
 - c) предцентральной извилине
 - d) парагиппокампальной извилине
6. ГИГАНТСКИЕ ПИРАМИДНЫЕ НЕЙРОНЫ РАСПОЛОЖЕНЫ В СЛОЕ КОРЫ КОНЕЧНОГО МОЗГА
- a) молекулярном
 - b) внутреннем пирамидном
 - c) полиморфном
 - d) ганглионарном
7. НОВАЯ КОРА ПОЛУШАРИЙ КОНЕЧНОГО МОЗГА ОБРАЗОВАНА
- a) двумя слоями
 - b) четырьмя слоями
 - c) шестью слоями
 - d) девятью слоями
8. ПРОЕКЦИОННЫЙ И АССОЦИАТИВНЫЙ ЦЕНТР ЗРЕНИЯ ЛОКАЛИЗОВАН
- a) в лобной доле
 - b) в затылочной доле
 - c) в височной доле
 - d) в теменной доле
9. ОТ ПИРАМИДНЫХ НЕЙРОНОВ ГАНГЛИОНАРНОГО СЛОЯ КОРЫ КОНЕЧНОГО МОЗГА НАЧИНАЕТСЯ
- a) крыше-спинномозговой путь
 - b) краснойдерно-спинномозговой путь
 - c) корково-спинномозговой путь
 - d) оливо-спинномозговой путь
10. КОРКОВАЯ ЧАСТЬ СЛУХОВОГО АНАЛИЗАТОРА РАСПОЛАГАЕТСЯ В _____ ИЗВИЛИНЕ ПОЛУШАРИЙ КОНЕЧНОГО МОЗГА
- a) позадицентральной
 - b) предцентральной
 - c) верхней височной
 - d) средней лобной

11. ЧЕЧЕВИЦЕОБРАЗНОЕ ЯДРО СОСТОИТ ИЗ СЛЕДУЮЩИХ СТРУКТУР
- a) ограда и внутренней капсулы
 - b) скорлупы и бледного шара
 - c) подталамического и миндалевидного тела
 - d) красного ядра и черного вещества
12. СТРУКТУРА, НЕ ОТНОСЯЩАЯСЯ К ЭКСТРАПИРАМИДНОЙ СИСТЕМЕ, ЭТО
- a) скорлупа
 - b) бледный шар
 - c) красное ядро
 - d) добавочное ядро глазодвигательного нерва
13. ЭКСТРАПИРАМИДНАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРУЕТ
- a) бессознательную двигательную активность
 - b) осознанную двигательную активность
 - c) болевую и температурную чувствительность
 - d) тактильную чувствительность
14. СТРУКТУРА, НЕ ОТНОСЯЩАЯСЯ К ЛИМБИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ, ЭТО
- a) миндалевидное тело
 - b) переднее продырявленное пространство
 - c) клиновидный пучок
 - d) зубчатая извилина
15. СТРУКТУРА, ОБРАЗОВАННАЯ АССОЦИАТИВНЫМИ НЕРВНЫМИ ВОЛОКНАМИ, ЭТО
- a) мозолистое тело
 - b) передняя спайка мозга
 - c) верхний продольный пучок
 - d) задняя спайка мозга
16. АССОЦИАТИВНЫЕ НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА СОЕДИНЯЮТ
- a) правое и левое полушарие конечного мозга
 - b) участки коры в пределах одного полушария конечного мозга
 - c) полушария конечного мозга со стволом головного мозга и спинным мозгом
 - d) спинномозговые сегменты

17. ВНУТРЕННЯЯ КАПСУЛА – ЭТО УЧАСТОК БЕЛОГО ВЕЩЕСТВА, КОТОРЫЙ РАЗДЕЛЯЕТ

- a) хвостатое ядро и бледный шар
- b) ограду и скорлупу
- c) красное ядро и черное вещество
- d) латеральную и медиальную стенку третьего желудочка

18. СТРИО-ПАЛЛИДАРНУЮ СИСТЕМУ ОБРАЗУЮТ

- a) хвостатое ядро и бледный шар
- b) ограда и миндалевидное тело
- c) красное ядро и черное вещество
- d) свод мозга и гиппокамп

19. В КОЛЕНЕ ВНУТРЕННЕЙ КАПСУЛЫ СЛЕДУЕТ

- a) таламо-корковый путь
- b) зрительная лучистость
- c) корково-спинномозговой путь
- d) корково-ядерный путь

20. ПОЛОСТЬЮ ПОЛУШАРИЯ КОНЕЧНОГО МОЗГА ЯВЛЯЕТСЯ

- a) боковой желудочек мозга
- b) водопровод мозга
- c) третий желудочек мозга
- d) четвёртый желудочек мозга

ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ:

1	c
2	b
3	b
4	c
5	d
6	d
7	c
8	b
9	c
10	c

11	b
12	d
13	a
14	c
15	c
16	b
17	a
18	a
19	d
20	a

ОБОЛОЧКИ СПИННОГО И ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

Развитие мозговых оболочек спинного и головного мозга

Все три мозговые оболочки головного и спинного мозга развиваются из нейромезенхимы²². Из нейромезенхимы образуются два листка – *наружный (ectomeninx)* и *внутренний (endomeninx)*. Наружный листок разделяется на два слоя: поверхностный, дающий начало закладке надкостницы костей позвоночного канала и мозговой (внутренней) поверхности костей, образующих полость черепа; а также глубокий слой, дающий начало закладке твёрдой мозговой оболочки. Внутренний листок также разделяется на два слоя: поверхностный, обращённый к закладке твёрдой мозговой оболочки, дающий начало закладке паутинной мозговой оболочки; а также глубокий слой, обращённый к закладке головного и спинного мозга, дающий начало закладке мягкой мозговой оболочки.

Макроскопическое строение мозговых оболочек спинного и головного мозга

Спинной и головной мозг окружены тремя *мозговыми оболочками (meninges)*:

1) *твёрдая мозговая оболочка (dura mater)*, или *фиброзная мозговая оболочка (meninx fibrosa)*, – это самая поверхностная (наружная) оболочка;

2) *паутинная мозговая оболочка (tunica arachnoidea)*, или *серозная мозговая оболочка (meninx serosa)*, – это средняя оболочка, располагается между твёрдой и мягкой мозговыми оболочками;

3) *мягкая мозговая оболочка (pia mater)*, или *сосудистая мозговая оболочка (meninx vasculosa)*, – это самая глубокая (внутренняя) оболочка, прилегающая к поверхности головного и спинного мозга.

Твёрдую оболочку называют *rachimeninx*, паутинную и мягкую оболочки объединяют под названием *leptomeninges*.

²² Нейромезенхима (эктомезенхима) – это мезенхима, которая формируется из клеток нервного гребня.

Каждая из перечисленных оболочек спинного мозга переходит в соответствующую оболочку головного мозга.

Твёрдая мозговая оболочка продолжается в эпиневрй, паутинная мозговая оболочка продолжается в периневрй, мягкая мозговая оболочка – в эндоневрий спинномозговых и черепных нервов.

Между твёрдой мозговой оболочкой и паутинной мозговой оболочкой располагается *подтвёрдооболочечное пространство (spatium subdurale)*, в котором определяется небольшое количество интерстициальной жидкости, отличающейся от спинномозговой жидкости.

Между паутинной мозговой оболочкой и мягкой мозговой оболочкой располагается *подпаутинное пространство (spatium subarachnoideum) или лептоменингеальное пространство*. Подпаутинное пространство пересекается большим количеством соединительнотканых перекладин и заполнено *спинномозговой жидкостью (liquor cerebrospinalis)*.

Макроскопическое строение мозговых оболочек спинного мозга

Спинной мозг располагается в позвоночном канале, между стенкой которого и поверхностью спинного мозга имеется промежуток (ширина 3-6 мм), в котором находятся мозговые оболочки и межоболочечные пространства.

Твёрдая мозговая оболочка спинного мозга отделена от надкостницы позвонков *надтвёрдооболочечным пространством (spatium epidurale), или перидуральным пространством*, заполненным белой жировой тканью, в которой располагается внутреннее венозное позвоночное сплетение.

Твёрдая мозговая оболочка спинного мозга – это фиброзная пластина (толщина 0,5-1,0 мм), формирующая цилиндрический мешок, начинающийся на уровне большого отверстия затылочной кости, который срастается с надкостницей затылочной кости в области этого отверстия и надкостницей первого шейного позвонка. Кроме того, твёрдая мозговая оболочка спинного мозга срастается с *покровной перепонкой (membrane tectoria) и задней атлантозатылочной перепонкой (membrana atlantooccipitalis posterior)*.

Твёрдая мозговая оболочка расширяется в кранио-каудальном направлении, а ниже 2–3 поясничных позвонков сужается, образуя *концевой конус (conus terminalis)*. Ниже мозгового конуса твёрдая мозговая оболочка образует концевую нить твёрдой мозговой обо-

лочки, которая следует каудально и прикрепляется к надкостнице *копчиковой кости (coccygeus)*.

Твёрдая мозговая оболочка спинного мозга окружает корешки спинномозговых нервов влагалищами, следующими к межпозвоночным отверстиям, и срастается с надкостницей позвонков в области межпозвоночных отверстий.

Твёрдая мозговая оболочка спинного мозга иннервируется возвратными ветвями спинномозговых нервов.

Кровоснабжение твёрдой мозговой оболочки спинного мозга обеспечивают ветви позвоночных артерий, а также ветви межрёберных и поясничных артерий.

Венозная кровь от твёрдой мозговой оболочки спинного мозга следует во внутреннее и наружное венозные позвоночные сплетения.

Между твёрдой и паутинной мозговыми оболочками спинного мозга имеется подтвёрдооболочечное пространство, которое разделяется зубчатыми связками на переднее и заднее подтвёрдооболочечные пространства.

Паутинная мозговая оболочка спинного мозга – это серозная пластинка, образующая цилиндрический мешок, свободно окружающий спинной мозг. В области большого отверстия затылочной кости паутинная мозговая оболочка переходит в паутинную мозговую оболочку головного мозга, а внизу, на уровне II крестцового позвонка, соединяется с мягкой мозговой оболочкой спинного мозга. Паутинная мозговая оболочка срастается с твёрдой мозговой оболочкой в области межпозвоночных отверстий. Паутинная мозговая оболочка связана с лежащей над ней твёрдой мозговой оболочкой множеством перемычек – надпаутинными соединительнотканными перекладинами. Паутинная мозговая оболочка спинного мозга связана с подлежащей мягкой мозговой оболочкой множеством перемычек – подпаутинными соединительнотканными перекладинами. Отходящие от боковой поверхности паутинной оболочки надпаутинные и подпаутинные соединительнотканные перекладины образуют во фронтальной плоскости *зубчатые связки (ligament denticulata)*, следующие к твёрдой мозговой оболочке и к мягкой мозговой оболочке соответственно.

Между паутинной и мягкой мозговыми оболочками спинного мозга находится *подпаутинное пространство (spatium subarachnoidalis)*, заполненное спинномозговой жидкостью.

Подпаутинное пространство спинного мозга волокнами зубчатой связки разделяется на переднее и заднее подпаутинное пространство. Заднее подпаутинное пространство неполностью разделено задней подпаутинной перегородкой, образованной перекладинами между паутинной и мягкой мозговыми оболочками, расположенными в срединной сагиттальной плоскости.

Мягкая мозговая оболочка спинного мозга – это тонкая (толщина 0,15 мм), прочная и эластичная мозговая оболочка. Мягкая мозговая оболочка непосредственно прилегает к спинному мозгу, повторяя рельеф его поверхности. Вверху она переходит в мягкую мозговую оболочку головного мозга, внизу – охватывает концевую нить. Мягкая мозговая оболочка проникает в спинной мозг и сопровождает кровеносные сосуды, образуя вокруг них периваскулярную пиальную мембрану. Подпаутинное пространство образует вокруг крупных кровеносных сосудов, окружённых периваскулярной пиальной мембраной, вокругсосудистые влагалища.

Между мягкой мозговой оболочкой и поверхностью спинного мозга микроскопически выделяют щелевидное *подмягкооболочечное пространство (spatium subpialium)* или *надмозговое пространство*.

Макроскопическое строение мозговых оболочек головного мозга

Мозговые оболочки головного мозга являются непосредственным продолжением мозговых оболочек спинного мозга, но имеют ряд особенностей (рис. 19).

Надтвёрдооболочечное пространство головного мозга отсутствует, твёрдая мозговая оболочка головного мозга плотно прилежит к костям черепа и фиксирована к стенке полости черепа в области швов и синхондрозов.

Твёрдая мозговая оболочка головного мозга – это фиброзная пластина, окружающая головной мозг, начинающаяся на уровне большого отверстия затылочной кости. Поверхность твёрдой мозговой оболочки головного мозга, обращённая к паутинной мозговой оболочке, гладкая.

Твёрдая мозговая оболочка головного мозга формирует отростки, которые вдаются между различными частями головного мозга. Различают следующие отростки твёрдой мозговой оболочки (рис. 19):

1. *Большой серповидный отросток (falx cerebri)*, *большой серп* – это фиброзная пластина, которая располагается в срединной сагиттальной плоскости, проникая в *продольную щель мозга (fissura longitudinalis cerebri)* и разделяя полушария конечного мозга. Большой серповидный отросток спереди прикрепляется к петушиному гребню решётчатой кости, следует вдоль борозды верхней сагиттальной пазухи свода черепа и доходит до внутреннего затылочного выступа.

2. *Малый серповидный отросток (falx cerebelli)*, *малый серп или серп мозжечка* – это фиброзная пластина, которая располагается в срединной сагиттальной плоскости под палаткой мозжечка. Начинается от внутреннего затылочного выступа и следует вдоль внутреннего затылочного гребня к большому отверстию затылочной кости. Малый серповидный отросток разделяет полушария мозжечка.

3. *Палатка (намёт) мозжечка (tentorium cerebelli)* – это фиброзная пластина, которая располагается почти горизонтально, прикрепляясь по краю задней черепной ямки (верхний край пирамиды височной кости и борозды поперечной пазухи). Палатка мозжечка напоминает двускатную крышу, так как её средняя часть приподнята. Палатка мозжечка отделяет затылочные доли полушарий конечного мозга от мозжечка. Её передний край имеет *вырезку палатки мозжечка (incisura tentorii cerebelli)*, которая ограничивает отверстие палатки мозжечка, через которое проходит ствол мозга.

4. *Диафрагма седла (diaphragma sellae)* – это фиброзная пластина, которая располагается над турецким седлом клиновидной кости от бугорка турецкого седла к спинке турецкого седла. В середине диафрагмы турецкого седла находится отверстие, через которое проходит ножка гипофиза.

Твёрдая мозговая оболочка головного мозга помимо типичных вен (собственных вен твёрдой мозговой оболочки) содержит уникальные венозные сосуды – *пазухи твёрдой мозговой оболочки (sinus durae matris)*. Пазухи твёрдой мозговой оболочки – это пространства, которые располагаются у основания отростков твёрдой мозговой оболочки, в области их прикрепления, а также в их свободном крае. Пазухи твёрдой мозговой оболочки выстланы эндотелием и представляют собой уникальный участок венозного отдела сосудистой системы. На поперечном срезе пазухи твёрдой мозговой оболочки имеют треугольную форму. Они лишены клапанов, имеют жёсткие стенки и не спадаются. Пазухи твёрдой мозговой оболочки

обеспечивают беспрепятственный отток венозной крови от головного мозга.

В твёрдой мозговой оболочке имеются следующие пазухи:

1. *Верхняя сагиттальная пазуха (sinus sagittalis superior)* – это непарная пазуха, расположенная в основании большого серповидного отростка, следующая вдоль него от петушиного гребня лобной кости до внутреннего затылочного выступа. Верхняя сагиттальная пазуха впадает в сток пазух²³ (*confluens sinuum*).

2. *Нижняя сагиттальная пазуха (sinus sagittalis inferior)* – это непарная пазуха, расположенная в свободном крае большого серповидного отростка. Нижняя сагиттальная пазуха впадает в прямую пазуху.

3. *Прямая пазуха (sinus rectus)* – это непарная пазуха, расположенная в срединной сагиттальной плоскости на стыке большого серповидного отростка и палатки мозжечка. Прямая пазуха соединяет задний конец нижней сагиттальной пазухи со стоком пазух.

4. *Затылочная пазуха (sinus occipitalis)* – это непарная пазуха, расположенная в основании малого серповидного отростка вдоль внутреннего затылочного гребня. У заднего края большого отверстия затылочной кости затылочная пазуха разделяется на две ветви, получившие название краевых пазух (*sinus marginalis*). Краевые пазухи следуют вокруг задней части большого отверстия затылочной кости и впадают в сигмовидные пазухи соответствующей стороны. Верхний конец затылочной пазухи открывается в сток пазух.

5. *Поперечная пазуха (sinus transversus)* – это парная (правая и левая) пазуха, расположенная в основании палатки мозжечка. Поперечная пазуха начинается от стока пазух и, располагаясь в борозде поперечной пазухи затылочной кости, следует латерально и переходит в сигмовидную пазуху.

6. *Сигмовидная пазуха (sinus sigmoideus)* – это парная пазуха, расположенная в борозде сигмовидной пазухи. Сигмовидная пазуха начинается в области сосцевидного угла теменной кости и S-образно изгибаясь следует к ярёмному отверстию, переходя в верхнюю луковичу внутренней ярёмной вены.

7. *Пещеристая пазуха (sinus cavernosus)* – это парная пазуха, расположенная по бокам от турецкого седла. На поперечном срезе

²³ Расширение в области соединения верхней сагиттальной, поперечных, прямой и затылочной пазух, расположенное на уровне внутреннего затылочного выступа.

имеет губчатый вид за счёт наличия в полости многочисленных перегородок. Через пещеристые пазухи проходят внутренние сонные артерии, а в их полость впадают верхние глазные вены. Обе пещеристые пазухи соединяются между собой передней и задней межпещеристыми пазухами, которые окружают ножку гипофиза и образуют венозное кольцо – циркулярную пазуху (*sinus circularis*), пазуху Ридли.

8. *Верхняя каменистая пазуха (sinus petrosus superior)* – это парная пазуха, расположенная в верхней каменистой борозде вдоль верхнего края пирамиды височной кости. Верхняя каменистая пазуха следует от пещеристой пазухи к месту перехода поперечной пазухи в сигмовидную пазуху.

9. *Нижняя каменистая пазуха (sinus petrosus inferior)* – это парная пазуха, расположенная в нижней каменистой борозде между скатом черепа и задним краем пирамиды височной кости. Нижняя каменистая пазуха начинается от пещеристой пазухи и следует к верхней луковиче ярёмной вены.

10. *Клиновидная пазуха (sinus sphenoidalis)* – это парная пазуха, расположенная вдоль заднего края малых крыльев клиновидной кости. Клиновидная пазуха впадает в пещеристую пазуху.

11. *Основная пазуха (sinus basilaris)* – это непарная пазуха, расположенная на мозговой поверхности базилярной части затылочной кости. Основная пазуха образуется в результате слияния нескольких мелких пазух, лежащих между нижними каменистыми пазухами. Основная пазуха сообщается с пещеристыми пазухами и нижними каменистыми пазухами.

Твёрдая мозговая оболочка головного мозга сопровождает черепные нервы, формируя вокруг них влагалище, и, следуя за ними в отверстия черепа, переходит в эпиневррий. Твёрдая мозговая оболочка головного мозга иннервируется возвратными ветвями тройничных нервов, блуждающих нервов, симпатическими ветвями большого поверхностного каменистого нерва и ушного узла, а также ветвями периаартериальных сплетений позвоночных артерий и средней артерии твёрдой мозговой оболочки.

Кровоснабжение твёрдой мозговой оболочки головного мозга обеспечивают передняя артерия твёрдой мозговой оболочки (ветвь глазной артерии), средняя артерия твёрдой мозговой оболочки (ветвь верхнечелюстной артерии) и задняя артерия твёрдой мозговой оболочки (ветвь восходящей глоточной артерии), а также обо-

почечные ветви позвоночной артерии и сосцевидная ветвь затылочной артерии. Венозная кровь от твёрдой мозговой оболочки головного мозга следует в венозные пазухи.

Следует отметить, что венозные пазухи твёрдой мозговой оболочки головного мозга, помимо крови, оттекающей от головного мозга по *венам головного мозга (venae cerebri)*, принимают венозную кровь из *вен твёрдой мозговой оболочки (venae meningeae)*, *вен губчатого вещества плоских костей черепа (venae diploicae)*, *вен мягких тканей волосистой части головы (venae emissariae)* и *вен органов чувств (venae organae sensoriae)*. Вены мягких тканей волосистой части головы связывают наружные вены головы с венозными пазухами.

Между твёрдой и паутинной оболочками головного мозга располагается подтвёрдооболочечное пространство (рис. 19).

Между паутинной и мягкой мозговыми оболочками головного мозга располагается подпаутинное пространство (ширина 120–140 мкм), пересекаемое соединительнотканными перекладинами (рис. 19).

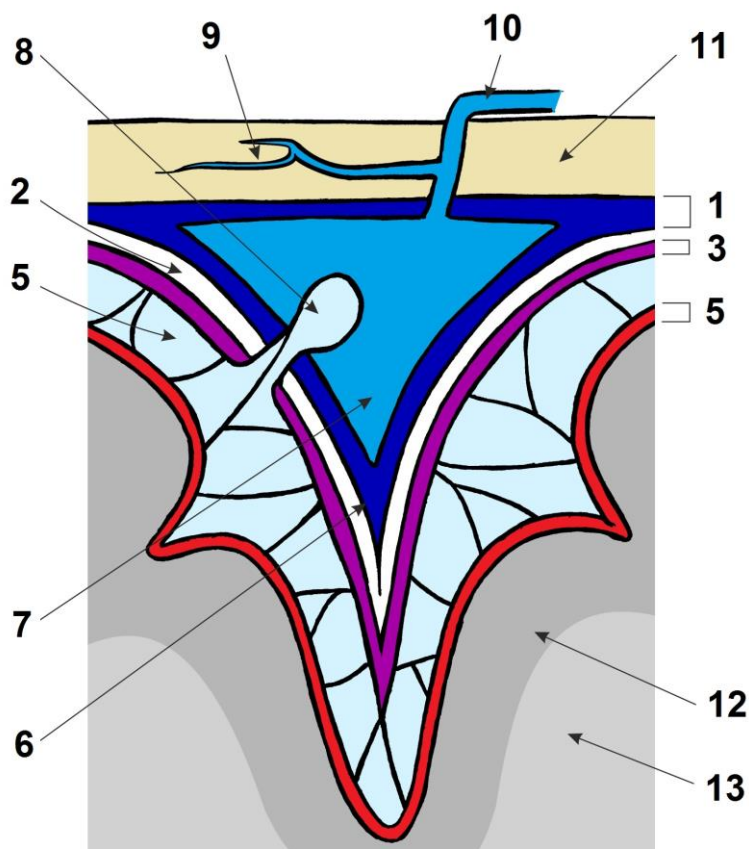


Рис. 19. Оболочки и межоболочечные пространства головного мозга (рисунки Ивандовой В.В., 2020)

1. Твёрдая мозговая оболочка (dura mater)

2. Подтвёрдооболочечное пространство (*spatium subdurale*)
3. Паутинная мозговая оболочка (*tunica arachnoidea*)
4. Подпаутинное пространство (*spatium subarachnoideum*)
5. Мягкая мозговая оболочка (*pia mater*)
6. Отросток твёрдой мозговой оболочки
7. Пазуха твёрдой мозговой оболочки (*sinus durae matris*)
8. Грануляция паутинной оболочки (*granulationes arachnoideae*)
9. Вена губчатого вещества плоских костей черепа (*venae diploicae*)
10. Вена мягких тканей волосистой части головы (*venae emissariae*)
11. Плоская кость черепа
12. Кора конечного мозга
13. Белое вещество конечного мозга

Подпаутинное пространство заполнено спинномозговой жидкостью и сообщается с полостью четвёртого желудочка через три отверстия, расположенные в нижнем мозговом парусе.

Следуя над щелями и крупными бороздами головного мозга, паутинная оболочка образует расширения подпаутинного пространства, получившие название *подпаутинных цистерн (cisternae subarachnoidales)*. Различают следующие подпаутинные цистерны:

- 1) *мозжечково-луковичная цистерна (cisterna cerebellomedullaris)* – это непарная полость, расположенная между мозжечком и продолговатым мозгом;
- 2) *цистерна боковой ямки (cisterna fossa lateralis)* – это парная полость, расположенная в области боковой ямки и боковой борозды;
- 3) *цистерна зрительного перекреста (cisterna chiasmatis)* – это непарная полость, расположенная на основании головного мозга впереди от зрительного перекреста;
- 4) *межножковая цистерна (cisterna interpeduncularis)* – это непарная полость, расположенная между ножками мозга под задним продырявленным веществом;
- 5) *охватывающая цистерна (cisterna ambiens)* – это непарная полость, расположенная на дне поперечной щели головного мозга между нижней поверхностью затылочных долей конечного мозга и верхней поверхностью мозжечка;
- 6) *цистерна большой вены мозга (cisterna venae cerebri magnaе)* – это непарная полость, расположенная в области поперечной щели мозга вокруг большой вены мозга;
- 7) *боковая цистерна моста (cisterna pontis lateralis)* – это парная полость, расположенная на боковой поверхности ствола

головного мозга между верхними ножками мозжечка и мостом в области перехода среднего мозга в мост;

8) *средняя цистерна моста (cisterna pontis medialis)* – это непарная полость, расположенная на вентральной поверхности моста в области основной борозды;

9) *цистерна мозолистого тела (cisterna corporis callosi)* – это непарная полость, расположенная над верхней поверхностью мозолистого тела.

В области расположения пазух твёрдой мозговой оболочки подтвёрдооболочечное пространство пересекается грануляциями паутинной оболочки головного мозга. *Грануляции паутинной оболочки (granulationes arachnoideae)*²⁴, или *ворсинки паутинной оболочки*, являются местами, в которых осуществляется обмен веществами между спинномозговой жидкостью и кровью пазух твёрдой мозговой оболочки. Грануляции паутинной оболочки являются бессосудистыми грибовидными выростами паутинной оболочки головного мозга, содержащими щелевидные пространства, сообщающиеся с подпаутинным пространством и заполненные спинномозговой жидкостью. Расширенная часть – головка грануляций паутинной оболочки – располагается в просвете пазух твёрдой мозговой оболочки головного мозга. Узкая часть – ножка грануляций паутинной оболочки, проходит через отверстия в твёрдой мозговой оболочке. В грануляциях паутинной оболочки спинномозговая жидкость отделена от венозной крови эндотелием пазух твёрдой мозговой оболочки, слоем соединительной ткани и менинготелием, что создаёт благоприятные условия для их взаимодействия. С возрастом количество и размер грануляций паутинной оболочки увеличивается. На внутренней (мозговой) поверхности костей черепа в области прилегания крупных грануляций паутинной оболочки имеются грануляционные ямки, которых особенно много в своде черепа в области верхней сагитальной пазухи (рис. 19).

Мягкая мозговая оболочка головного мозга прилежит к его поверхности и повторяет его рельеф, заходя во все борозды и щели. Мягкая мозговая оболочка головного мозга менее прочная, чем в спинном мозге, и менее крепко связана с поверхностью головного мозга. В некоторых местах сосуды мягкой мозговой оболочки разви-

²⁴ Наиболее крупные грануляции паутинной оболочки видны макроскопически и получают название пахионовых грануляций.

ты особенно сильно и образуют сосудистые сплетения. Сосудистые сплетения состоят из большого числа ворсинок, значительно увеличивающих площадь их поверхности. В каждой ворсинке имеются артериолы, формирующие капиллярные сплетения. Сосудистые сплетения располагаются в нижнем мозговом парусе крыши четвёртого желудочка, в крыше третьего желудочка и в боковой стенке нижнего рога боковых желудочков. Сосудистые сплетения со стороны желудочков мозга выстланы особым видом эпендимоцитов – хороидными эпендимоцитами.

Микроскопическое строение мозговых оболочек спинного и головного мозга

Твёрдая мозговая оболочка образована плотной оформленной соединительной тканью с высоким содержанием эластических волокон. Внутренняя поверхность твёрдой мозговой оболочки, обращённая в подтвёрдооболочечное пространство, выстлана менинготелием – однослойным плоским эпителием.

Паутинная мозговая оболочка образована рыхлой соединительной тканью с высоким содержанием фибробластов. Наружная поверхность паутинной мозговой оболочки, обращённая в подтвёрдооболочечное пространство, выстлана менинготелием. Внутренняя поверхность паутинной мозговой оболочки, обращённая в подпаутинное пространство, также выстлана менинготелием. Менинготелий покрывает все соединительнотканые перекладины между паутинной и мягкой мозговыми оболочками и переходит в менинготелий наружной поверхности мягкой мозговой оболочки. Паутинная оболочка не имеет кровеносных сосудов, которые лишь перескают её.

Мягкая мозговая оболочка образована рыхлой соединительной тканью и содержит пучки коллагеновых и эластических волокон. С внешней стороны, обращённой в подпаутинное пространство, мягкая мозговая оболочка покрыта одним слоем плоских клеток – менинготелием. В ней содержатся единичные фибробласты и макрофаги, много кровеносных сосудов и нервных волокон. Мягкая мозговая оболочка окружает кровеносные сосуды, которые проникают в головной и спинной мозг, образуя вокруг них периваскулярную пилальную мембрану, которая по мере уменьшения диаметра сосуда истончается и сменяется периваскулярной пограничной глиальной мембраной, образованной филоподиями астроцитов. От нервной

ткани головного и спинного мозга мягкая мозговая оболочка отделена поверхностной (наружной) пограничной глиальной мембраной, также образованной филоподиями астроцитов. Поверхностная пограничная глиальная мембрана переходит в периваскулярные пограничные глиальные мембраны.

Контрольные вопросы

1. Перечислите оболочки спинного и головного мозга.
2. Перечислите межоболочечные пространства спинного и головного мозга.
3. Назовите отличия твёрдой мозговой оболочки спинного мозга и твёрдой мозговой оболочки головного мозга.
4. Чем заполнено надтвёрдооболочечное пространство?
5. Какие отростки твёрдой мозговой оболочки Вы знаете?
6. Перечислите пазухи твёрдой мозговой оболочки головного мозга.
7. Где находятся и чем образованы зубчатые связки?
8. Посредством каких отверстий подпаутинное пространство сообщается с желудочками головного мозга?
9. Чем заполнено подпаутинное пространство?
10. Перечислите подпаутинные цистерны.
11. Охарактеризуйте грануляции паутинной оболочки головного мозга.
12. Охарактеризуйте строение сосудистых сплетений.
13. Каково микроскопическое строение мягкой мозговой оболочки спинного и головного мозга?
14. Каково микроскопическое строение паутинной мозговой оболочки спинного и головного мозга?
15. Каково микроскопическое строение твёрдой мозговой оболочки спинного и головного мозга?

Тестовые задания

Выберите один правильный ответ.

1. ОБОЛОЧКА, НЕПОСРЕДСТВЕННО ПРИЛЕГАЮЩАЯ К СПИННОМУ МОЗГУ, – ЭТО
 - a) мягкая мозговая оболочка
 - b) паутинная мозговая оболочка
 - c) твёрдая мозговая оболочка
 - d) фиброзная мозговая оболочка

2. ОБОЛОЧКИ СПИННОГО И ГОЛОВНОГО МОЗГА РАЗВИВАЮТСЯ ИЗ
 - a) энтодермы
 - b) мезодермы
 - c) кардиального гребня
 - d) нейромезенхимы

3. БЕССОСУДИСТЫМИ ГРИБОВИДНЫМИ ВЫРОСТАМИ ПАУТИННОЙ ОБОЛОЧКИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЯВЛЯЮТСЯ
 - a) венозные пазухи
 - b) грануляции паутинной оболочки
 - c) сосудистые сплетения
 - d) подпаутинные цистерны

4. ПОДПАУТИННАЯ ЦИСТЕРНА, РАСПОЛОЖЕННАЯ ПОД ЗАДНИМ ПРОДЫРЯВЛЕННЫМ ВЕЩЕСТВОМ, – ЭТО
 - a) цистерна мозолистого тела
 - b) боковая цистерна моста
 - c) межножковая цистерна
 - d) цистерна большой вены мозга

5. ОТРОСТОК ТВЁРДОЙ МОЗГОВОЙ ОБОЛОЧКИ, ОТДЕЛЯЮЩИЙ ЗАТЫЛОЧНЫЕ ДОЛИ ПОЛУШАРИЙ КОНЕЧНОГО МОЗГА ОТ МОЗЖЕЧКА, НАЗЫВАЕТСЯ
 - a) палатка мозжечка
 - b) большой серповидный отросток
 - c) малый серповидный отросток
 - d) диафрагма седла

6. ПРОСТРАНСТВО МЕЖДУ ПАУТИННОЙ И МЯГКОЙ МОЗГОВЫМИ ОБОЛОЧКАМИ, ПЕРЕСЕКАЕМОЕ СОЕДИНИТЕЛЬНОТКАННЫМИ ПЕРЕКЛАДИНАМИ, – ЭТО

- a) подтвёрдооболочечное пространство
- b) надтвёрдооболочечное пространство
- c) подмягкооболочечное пространство
- d) подпаутинное пространство

7. ПОДПАУТИННОЕ ПРОСТРАНСТВО ЗАПОЛНЕНО

- a) кровью
- b) лимфой
- c) спинномозговой жидкостью
- d) воздухом

8. ПОДПАУТИННОЕ ПРОСТРАНСТВО СООБЩАЕТСЯ С ПОЛОСТЬЮ

- a) центрального канала спинного мозга
- b) четвёртого желудочка мозга
- c) третьего желудочка мозга
- d) боковых желудочков мозга

9. В ОСНОВАНИИ МАЛОГО СЕРПОВИДНОГО ОТРОСТКА ВДОЛЬ ВНУТРЕННЕГО ЗАТЫЛОЧНОГО ГРЕБНЯ ЛОКАЛИЗОВАНА

- a) поперечная пазуха
- b) верхняя сагиттальная пазуха
- c) нижняя сагиттальная пазуха
- d) затылочная пазуха

10. ОБОЛОЧКА СПИННОГО И ГОЛОВНОГО МОЗГА, ОБРАЗОВАННАЯ РЫХЛОЙ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНЬЮ С ОБИЛИЕМ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ И НЕРВНЫХ ВОЛОКОН, – ЭТО

- a) мягкая мозговая оболочка
- b) паутинная мозговая оболочка
- c) твёрдая мозговая оболочка
- d) фиброзная оболочка

Эталоны ответов:

1	a
2	d
3	b
4	c
5	a

6	d
7	c
8	b
9	d
10	a

КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ И ВЕНОЗНЫЙ ОТТОК ГОЛОВНОГО И СПИННОГО МОЗГА

Кровоснабжение и венозный отток спинного мозга

Кровоснабжение спинного мозга

Кровоснабжение спинного мозга осуществляется передней и задними спинномозговыми артериями.

Передняя спинномозговая артерия (arteria spinalis anterior) – это непарный сосуд, расположенный вдоль продолговатого и спинного мозга на их вентральной поверхности в передней срединной щели. Передняя спинномозговая артерия образуется в полости черепа в результате слияния правой и левой передних спинномозговых артерий, которые начинаются от внутричерепной части позвоночных артерий перед их слиянием. Она кровоснабжает пирамиды продолговатого мозга, а также передние отделы верхних шейных спинномозговых сегментов.

Задняя спинномозговая артерия (arteria spinalis posterior) – это парный сосуд, расположенный вдоль спинного мозга в правой и левой задней боковых бороздах. Задние спинномозговые артерии начинаются от внутричерепной части позвоночных артерий или от задних нижних мозжечковых артерий. Они кровоснабжают нижние отделы продолговатого мозга и задние отделы верхних шейных спинномозговых сегментов.

Ниже четвёртого шейного спинномозгового сегмента кровь в переднюю и задние спинномозговые артерии доставляется дорсальными ветвями позвоночных, межрёберных и поясничных артерий, которые получили название *спинномозговых ветвей (rami spinales)*. Каждая спинномозговая ветвь проходит через межпозвоночное отверстие и в позвоночном канале разделяется на *переднюю и заднюю корешково-спинномозговые артерии (arteria radicularis anterior et posterior)*. Передние корешково-спинномозговые артерии несут кровь в переднюю спинномозговую артерию, задние корешково-спинномозговые артерии – в задние спинномозговые артерии.

Самая крупная передняя корешково-спинномозговая артерия (диаметр около 2 мм), отходящая от одной из поясничных артерий,

получает название *артерии Адамкевича (arteria raicularis magna)*. Артерия Адамкевича кровоснабжает спинномозговые сегменты поясничного утолщения.

Передняя и задние спинномозговые артерии регулярно анастомозируют между собой поперечными сосудами, формируя вокруг каждого спинномозгового сегмента кольцо – *сосудистый венец (corona vasorum)*. От каждого сосудистого венца отходят радиальные сосуды, проникающие в спинной мозг и снабжающие белое вещество его канатиков.

От передней спинномозговой артерии под прямым углом регулярно отходят центральные артерии, которые следуют в передней срединной щели к белой спайке и, проникая в спинной мозг, кровоснабжают переднюю часть (4/5) серого вещества спинного мозга. Задняя часть (1/5) серого вещества спинного мозга (задние рога) кровоснабжается ветвями, отходящими от задних спинномозговых артерий и сосудистых венцов.

Венозный отток от спинного мозга

Отток венозной крови от спинного мозга осуществляется по *передним и задним спинномозговым венам (venae spinalis anterior et posterior)* во внутреннее позвоночное венозное сплетение, расположенное на всем протяжении позвоночного канала, снаружи от твёрдой мозговой оболочки спинного мозга в надтвёрдооболочечном пространстве. Из внутреннего позвоночного венозного сплетения кровь оттекает в переднее и заднее наружные позвоночные венозные сплетения через межпозвоночные вены. Переднее и заднее наружные позвоночные венозные сплетения располагаются на передней и задней наружной поверхности позвоночного столба, соответственно. Кровь из наружных позвоночных венозных сплетений следует в позвоночные, межрёберные и поясничные вены.

Кровоснабжение и венозный отток головного мозга

Кровоснабжение головного мозга осуществляется ветвями внутренних сонных и позвоночных артерий (рис. 20). На основании головного мозга эти кровеносные сосуды анастомозируют между собой с образованием характерной струкутры, имеющей название *артериальный круг головного мозга (circulus arteriosus cerebri)*, или *виллизиев круг*.

*Позвоночная артерия*²⁵ (*arteria vertebralis*) – это парный сосуд, являющийся ветвью подключичной артерии. Позвоночные артерии следуют параллельно вдоль шейного отдела позвоночного столба в отверстиях поперечных отростков шейных позвонков, выше первого шейного позвонка они сближаются, проходят по верхней поверхности его задней дуги, после чего проникают в полость черепа через большое отверстие затылочной кости. На уровне верхней границы продолговатого мозга правая и левая позвоночные артерии объединяются и формируют непарную *основную артерию* (*arteria basilaris*). Основная артерия располагается в основной борозде моста в срединной сагиттальной плоскости и у его верхней границы разделяется на два сосуда – правую и левую *задние мозговые артерии* (*arteria cerebri posterior*). Задние мозговые артерии огибают ножки мозга и по боковым и дорсальной поверхности ножек мозжечка следуют к затылочной доле полушарий.

От атлантовой части позвоночной артерии начинаются *передняя и задняя оболочечные артерии* (*arteriae meningeales anterior et posterior*), которые кровоснабжают твёрдую мозговую оболочку и базилярную часть затылочной кости.

От внутричерепной части позвоночной артерии отходят задняя нижняя мозжечковая артерия, передняя и задние спинномозговые артерии.

Задняя нижняя мозжечковая артерия (*arteria cerebelli inferior posterior*) огибает продолговатый мозг и следует к нижней поверхности мозжечка, отдавая латеральные и медиальные ветви к продолговатому мозгу, нижним ножкам мозжечка, ворсинчатую ветвь четвёртого желудочка и ветви к сосудистому сплетению четвёртого желудочка мозга. Часто задние спинномозговые артерии начинаются не от позвоночных артерий, а от задних нижних мозжечковых артерий.

Передняя спинномозговая артерия – это тонкий парный сосуд, который соединяется с аналогичным сосудом противоположной стороны с формированием непарного сосуда, покидающего полость черепа. В результате этого объединения на вентральной поверхности продолговатого мозга формируется характерная ромбовидная структура – бульбарное артериальное кольцо (кольцо Захарченко).

²⁵ Позвоночная артерия состоит из четырёх частей: предпозвоночной (до вступления в отверстия поперечных отростков 7 шейного позвонка), шейной (расположена в отверстиях поперечных отростков шейных позвонков), атлантовой (расположена на верхней поверхности задней дуги 1 шейного позвонка) и внутричерепной (расположена в задней черепной ямке).

От бульбарного артериального кольца и передней спинномозговой артерии отходят парамедианные артерии, которые проникают в продолговатый мозг.

Задняя спинномозговая артерия – это тонкий парный сосуд, начинающийся от позвоночной артерии и покидающий полость черепа. Она участвует в кровоснабжении нижней части продолговатого мозга.

Основная артерия – это непарный сосуд, который кровоснабжает мост, мозжечок, лабиринт, средний и промежуточный мозг, затылочные и височные доли конечного мозга. От основной артерии отходят передняя нижняя мозжечковая артерия, артерия лабиринта, артерии моста, среднемозговые артерии и верхние мозжечковые артерии.

Передняя нижняя мозжечковая артерия (arteria cerebelli inferior anterior) – это парный сосуд, являющийся самой нижней ветвью основной артерии, который следует в луковично-мостовой борозде. Эти артерии дают ветви к боковым и задним отделам моста, средним ножкам мозжечка, корешкам VI, VII и VIII черепных нервов и следуют к передней части нижней поверхности мозжечка.

Артерия лабиринта (arteria labyrinthi) – следует вдоль преддверно-улиткового нерва к внутреннему слуховому проходу и кровоснабжает лабиринт внутреннего уха.

Артерии моста (arteriae pontis) – это парные множественные сосуды, расположенные на вентральной поверхности моста и проникающие в него.

Среднемозговые артерии (arteriae mesencephalicae) – отходят от задней и боковых поверхностей основной артерии и следуют к ножкам мозга.

Верхняя мозжечковая артерия (arteria cerebelli superior) – это парный сосуд, самая верхняя ветвь основной артерии, которая огибает ножки мозга и переходит на верхнюю поверхность мозжечка, отдавая ветви к мосту, ножкам мозга и крыше среднего мозга.

Задняя мозговая артерия²⁶ – это парный сосуд, формирующийся в результате бифуркации основной артерии. От предкоммуникационной части задних мозговых артерий начинается 6–8 заднеме-

²⁶ Задняя мозговая артерия состоит из трёх частей: предкоммуникационной (участок до отхождения задней соединительной артерии), посткоммуникационной (участок после отхождения задней соединительной артерии до нижней поверхности полушария конечного мозга) и конечной (участок над намётом мозжечка).

диальных центральных артерий, которые через заднее продырявленное вещество следуют к зрительному бугру и бледному шару. Посткоммуникационная часть задних мозговых артерий даёт задне-латеральные центральные артерии (следуют в крышу среднего мозга, медиальное коленчатое тело, шишковидное тело и подушку зрительного бугра), таламические ветви, латеральные задние ворсинчатые артерии (следуют к сосудистому сплетению боковых желудочков), медиальные задние ворсинчатые артерии (следуют к сосудистому сплетению третьего желудочка), а также ножковые ветви (следуют в ножки мозга). Терминальная часть задних мозговых артерий снабжает кровью нижнюю и медиальную поверхность затылочных долей, а также большую часть височных долей, за исключением верхней и средней височной извилин. Основными ветвями терминальной части являются латеральная и медиальная затылочные артерии. Латеральная затылочная артерия даёт передние, промежуточные и задние височные ветви. Медиальная затылочная артерия даёт дорсальную ветвь мозолистого тела, теменную ветвь, теменно-затылочную ветвь, шпорную ветвь и затылочно-височную ветвь.

*Внутренняя сонная артерия*²⁷ (*arteria carotis interna*) – это парный сосуд, который проникает в полость черепа через сонный канал. Каменистая часть внутренней сонной артерии отдаёт сонно-барабанные ветви и артерию крыловидного канала. От пещеристой части внутренней сонной артерии отходят основная ветвь палатки мозжечка, краевая ветвь палатки мозжечка, нижняя гипофизарная артерия, ветвь пещеристой пазухи, менингеальная ветвь, а также ветвь тройничного узла. От мозговой части внутренней сонной артерии начинается глазная артерия и верхняя гипофизарная артерия, передняя ворсинчатая артерия и задняя соединительная артерия.

От *задней соединительной артерии* (*arteria communicans posterior*) медиально отходят ветвь перекреста, таламическая и гипоталамическая ветви, а латерально – ветвь хвостатого ядра и глазодвигательного нерва.

Конечными ветвями внутренних сонных артерий являются передняя и средняя мозговые артерии.

²⁷ Внутренняя сонная артерия состоит из четырёх частей: шейной (участок до наружной апертуры сонного канала), каменистой (участок, который следует в сонном канале каменистой части височной кости), пещеристой (участок, который следует через пещеристую пазуху) и мозговой (участок после выхода сосуда в подтвёрдооболочечное пространство).

*Средняя мозговая артерия*²⁸ (*arteria cerebri media*) – это парный сосуд, являющийся боковой ветвью внутренней сонной артерии. Она следует в боковой борозде в цистерне боковой ямки и кровоснабжает островок, нижнюю и среднюю лобные извилины, нижние 2/3 предцентральной и позадицентральной извилин, нижнюю теменную дольку, нижнюю половину верхней теменной дольки, среднюю часть верхне-боковой поверхности затылочной доли, верхнюю, среднюю и часть нижней височной извилины, боковую половину глазничной поверхности лобной доли и нижнюю поверхность височного полюса.

От клиновидной части средней мозговой артерии начинается 5–8 переднебоковых центральных артерий, которые через переднее продырявленное вещество следуют к бледному шару, передней ножке и колену внутренней капсулы, а также к головке и телу хвостатого ядра.

От островковой части средней мозговой артерии начинаются островковые артерии, которые питают кору островковой доли, ограду, наружную капсулу и самую наружную капсулу.

Конечная часть средней мозговой артерии кровоснабжает верхнебоковую поверхность полушарий конечного мозга, образуя лобную, теменную и височную группы артерий, которые распределяются в соответствующих долях конечного мозга.

К лобной группе относятся: латеральная лобно-основная артерия, которая разделяется на глазную и лобную ветви, а также артерии предцентральной и центральной борозд.

К теменной группе относятся артерия постцентральной борозды, передняя и задняя теменные артерии (кровоснабжают верхнебоковую поверхность теменной доли).

К височной группе относятся передняя, средняя и задняя височные артерии, артерия угловой извилины и артерия височного полюса.

*Передняя мозговая артерия*²⁹ (*arteria cerebri anterior*) – это парный сосуд, являющийся продолжением внутренней сонной артерии. От передней мозговой артерии отходят переднемедиальные центральные артерии и центральная артерия мозолистого тела. Перед-

²⁸ В средней мозговой артерии выделяют три части: клиновидную (прилежит к большому крылу клиновидной кости), островковую (следует в боковой борозде к островковой доле) и конечную.

²⁹ Передняя мозговая артерия имеет две части: предкоммуникационная (до места отхождения передней соединительной артерии) и посткоммуникационная (после места отхождения передней соединительной артерии).

ние мозговые артерии (правая и левая) соединяются анастомозом – *передней соединительной артерией (arteria communicans anterior)*.

Ветви предкоммуникационной части передней мозговой артерии следуют через переднее продырявленное вещество к обонятельному треугольнику, скорлупе и бледному шару, а также нижней поверхности лобной доли (переднемедиальные центральные артерии и проксимальные средние артерии полосатого тела).

Посткоммуникационная часть передней мозговой артерии располагается в борозде мозолистого тела. От неё отходит средняя лобно-основная артерия, околomosолистая артерия, артерия лобного полюса и краевая артерия мозолистого тела.

Средняя лобно-основная артерия (arteria orbitofrontalis medialis) кровоснабжает нижнюю поверхность лобных долей.

Околomosолистая артерия (arteria pericallosa) является продолжением передней мозговой артерии после отхождения лобно-основной артерии. Она следует в борозде мозолистого тела и разделяется на предклинную и теменно-затылочную ветви.

Артериальный круг головного мозга (виллизиев круг) – это кольцевидный замкнутый сосуд, расположенный на основании головного мозга, обеспечивающий перераспределение артериальной крови между ветвями внутренних сонных и позвоночных артерий.

В образовании передней половины артериального круга головного мозга участвуют (слева направо): мозговая часть левой внутренней сонной артерии, предкоммуникационная часть левой передней мозговой артерии, передняя соединительная артерия, предкоммуникационная часть правой передней мозговой артерии и мозговая часть правой внутренней сонной артерии.

В образовании задней половины артериального круга головного мозга участвуют (слева направо): левая задняя мозговая артерия, задняя соединительная артерия и правая задняя мозговая артерия.

Кровоснабжение ствола головного мозга

Кровоснабжение ствола головного мозга обеспечивается главным образом позвоночными и основной артерией. Ветви, отходящие от этих сосудов, разделяют на 3 группы: *парамедианные артерии (arteriae paramedianaе), короткие и длинные огибающие артерии (arteriae circumflexae breves et longi)*.

Парамедианные артерии отходят от базилярной артерии или от мозговой части позвоночных артерий и кровоснабжают структуры

основания ствола головного мозга (пирамиды продолговатого мозга, медиальную петлю, ядра черепных нервов).

Короткие огибающие артерии кровоснабжают боковые отделы основания и покрывку ствола головного мозга. Короткими огибающими артериями для среднего мозга являются задние ворсинчатые артерии, для моста – средние ветви артерий моста, для продолговатого мозга – медиальные мозговые ветви позвоночной артерии.

Длинные огибающие артерии кровоснабжают крышу ствола головного мозга. Длинными огибающими артериями для среднего мозга являются верхняя мозжечковая артерия, задняя мозговая артерия и передняя ворсинчатая артерия; для моста – боковые ветви артерий моста, передняя нижняя мозжечковая артерия и ветви верхней мозжечковой артерии; для продолговатого мозга – боковые мозговые ветви позвоночной артерии и задняя нижняя мозжечковая артерия.

Продолговатый мозг получает артериальную кровь из передней и задних спинномозговых артерий, из верхних спинномозговых ветвей позвоночных артерий, латеральных и медиальных ветвей задней нижней мозжечковой артерии. Так как артерии проникают в продолговатый мозг в области передней срединной щели, а также передних и задних боковых борозд, выделяют срединные и огибающие (круговые) артерии. Срединные артерии являются ветвями основной, передней спинномозговой и позвоночных артерий, которые пронизывают продолговатый мозг, достигая дна четвёртого желудочка, и кровоснабжают передний и медиальный отделы продолговатого мозга (пирамиды, корешки черепных нервов, ядро подъязычного нерва). Огибающие артерии питают латеральный и задний отделы продолговатого мозга (оливы, ретикулярные ядра, ядра языкоглоточного, блуждающего, добавочного и подъязычного нервов, спинномозговое ядро тройничного нерва, ядра тонкого и клиновидного бугорков).

Мост получает артериальную кровь из верхней мозжечковой артерии, артерий моста и артерий лабиринта. Кровь поступает в мост по срединным и огибающим артериям.

Мозжечок получает артериальную кровь из задних нижних, передних нижних и верхних мозжечковых артерий.

Средний мозг получает артериальную кровь из передней нижней мозжечковой артерии, среднемозговых артерий основной артерии, переднелатеральных и заднелатеральных центральных, нож-

ковых ветвей задней мозговой артерии и ветви глазодвигательного нерва задней соединительной артерии. Крыша среднего мозга получает кровь от задней ворсинчатой артерии, передней артерии крыши среднего мозга (ветвь задней мозговой артерии) и задней артерии крыши среднего мозга (ветвь верхней мозжечковой артерии).

Промежуточный мозг получает кровь от ветвей артериального круга головного мозга, а именно: от задней мозговой, задней соединительной и передней мозговой артерии, которые дают центральные, таламические и гипоталамические ветви, а также от стриарных ветвей средней мозговой артерии, ветвей средней и задней ворсинчатых артерий.

Кровоснабжение конечного мозга

Кровоснабжение конечного мозга обеспечивается ветвями внутренней сонной артерии и основной артерией, которые формируют на основании головного мозга артериальный круг. На поверхности обоих полушарий распределяются ветви передней, средней и задней мозговых артерий. Ветви этих артерий формируют в мягкой мозговой оболочке артериальную *мягкооболочечную сеть (rete pialis)*, сосуды от которой проникают в головной мозг. Среди ветвей мягкооболочечной сети различают *корковые артерии (arteriae corticales)*, кровоснабжающие кору и прилегающее к ней белое вещество, и *мозговые артерии (arteriae medullares)*, следующие к базальным ядрам и белому веществу.

На основании головного мозга в него проникают центральные артерии: переднемедиальные, переднелатеральные и заднемедиальные.

Переднемедиальные центральные артерии начинаются от передней мозговой артерии и через отверстия в области переднего продырявленного вещества следуют к головке хвостатого ядра и передней ножке внутренней капсулы.

Переднелатеральные центральные артерии начинаются от средней мозговой артерии и через отверстия в области переднего продырявленного вещества следуют к телу хвостатого ядра, к переднему отделу зрительного бугра и колону внутренней капсулы.

Заднемедиальные центральные артерии начинаются от задней мозговой артерии и через отверстия в области заднего продырявленного вещества следуют к заднему отделу зрительного бугра, к подбугорной области и ножкам мозга.

Венозный отток от головного мозга

Венозный отток от головного мозга осуществляется по *поверхностным (venae cerebri superficiales) и глубоким (venae cerebri profundae) венам мозга*, которые вливаются в пазухи твёрдой мозговой оболочки.

Поверхностные вены головного мозга отводят кровь от поверхностных отделов головного мозга и представлены верхними и нижними венами мозга, поверхностной средней веной мозга, передней веной мозга, верхними и нижними венами мозжечка, веной основания.

1. *Верхние вены мозга (venae cerebri superiores)* – это множественные парные сосуды, которые собирают кровь от коры верхнебоковой поверхности полушарий конечного мозга выше боковой борозды и впадают в верхнюю сагиттальную пазуху.

2. *Нижние вены мозга (venae cerebri inferiores)* – это множественные парные сосуды, которые собирают кровь от коры верхнебоковой поверхности полушарий конечного мозга ниже боковой борозды и впадают в поперечную пазуху.

3. *Поверхностная средняя вена мозга (venae cerebri media superficialis)* – это парный сосуд, который начинается в центральной борозде полушарий конечного мозга, после чего переходит в боковую борозду и следует на нижнюю поверхность головного мозга, где впадает в пещеристую и клиновидно-теменную пазухи. На своём пути поверхностная средняя мозговая вена образует анастомозы с верхней и нижней венами мозга – *верхние и нижние анастомотические вены (venae anastomoticae superior et inferior)* соответственно.

4. *Передняя вена мозга (vena cerebri anterior)* – это парный сосуд, который начинается на медиальной поверхности полушарий конечного мозга, выходит на основание головного мозга и впадает в вену основания мозга. Правая и левая передние вены мозга соединены между собой передней соединительной веной.

5. *Вена основания (vena basalis)* – это парный сосуд, образуется в области переднего продырявленного вещества из вен зрительного бугра и полосатого тела. Вена основания следует назад, огибая ножки мозга с боковой стороны, и принимает передние вены мозга. Выйдя на поверхность крыши среднего мозга, вена основания принимает внутреннюю мозговую вену и вливается в большую вену мозга. Впереди зрительного перекреста правая и левая вены основания анастомозируют между собой посредством передней соединительной вены. Впереди ножек мозга правая и левая вены основа-

ния анастомозируют между собой посредством задней соединительной вены.

6. *Верхние вены мозжечка (venae cerebelli superior)* – это множественные парные сосуды, которые собирают кровь от верхней поверхности полушарий мозжечка и впадают в прямую пазуху и в большую вену головного мозга.

7. *Нижние вены мозжечка (venae cerebelli inferior)* – это множественные парные сосуды, которые собирают кровь от нижней поверхности мозжечка и вливаются в поперечную пазуху и нижнюю каменистую пазуху.

Верхние и нижние вены мозжечка формируют в его мягкой мозговой оболочке *мягкооболочечное сплетение (plexus pialis)*. В составе мягкооболочечного сплетения на верхней поверхности мозжечка различают верхние вены мозжечка и верхнюю вену червя, а на нижней поверхности – нижнюю вену червя, нижние вены мозжечка и предцентральную вену мозжечка.

Глубокие вены головного мозга начинаются в базальных ядрах и белом веществе головного мозга и представлены венами прозрачной перегородки, венами зрительного бугра и полосатого тела, внутренней веной мозга, большой веной мозга.

1. *Вены прозрачной перегородки (venae septi pellucidi)* – это передние и задние парные сосуды, следующие от передней и задней половин пластинок прозрачной перегородки и вливающиеся в вены зрительного бугра и полосатого тела.

2. *Вена зрительного бугра и полосатого тела или терминальная вена (vena thalamostriata)* – это парный сосуд, который следует в терминальной (концевой) полоске, расположенной между зрительным бугром и хвостатым ядром. Огибая зрительный бугор спереди, вены зрительного бугра и полосатого тела принимают вены прозрачной перегородки и начинают следовать назад, соединяясь в области межжелудочкового отверстия с верхней ворсинчатой веной, после чего вливаются во внутреннюю вену мозга.

3. *Верхняя и нижняя ворсинчатые вены (venae choroideae superior et inferior)* формируются из вен сосудистых сплетений боковых желудочков мозга и впадают в большую вену мозга.

4. *Внутренняя вена мозга (vena interna cerebri)* – это парный сосуд, который формируется в области межжелудочкового отверстия и следует спереди назад между листками сосудистой покрышки третьего желудочка. На уровне задней стенки третьего желудочка

внутренняя вена мозга принимает вену морского конька, после чего правая и левая внутренние вены мозга сближаются и объединяются в большую вену мозга. Около места объединения внутренние вены мозга принимают правую и левую вены основания головного мозга. Внутренние вены мозга собирают кровь от белого вещества полушарий конечного мозга, зрительных бугров, морских коньков и базальных ядер.

5. *Большая вена мозга (vena magna cerebri), вена Галена* – это непарный сосуд, который формируется в результате слияния внутренних вен мозга, следует спереди назад между валиком мозолистого тела и крышей среднего мозга и впадает в прямую пазуху. В большую вену мозга впадают верхние вены мозжечка, вены мозолистого тела, мосто-среднемозговые вены, вены моста, вены латеральных карманов четвёртого желудочка.

Венозная кровь от ствола головного мозга направляется преимущественно в глубокие вены (вены зрительного бугра и полосатого тела, внутреннюю вену мозга и большую вену мозга). От мозжечка, промежуточного и среднего мозга венозная кровь частично следует в поверхностные вены, в частности в вену основания и вены мозжечка.

Кровь от головного мозга оттекает в пазухи твёрдой мозговой оболочки, оттуда через яремные вены в систему верхней поллой вены.

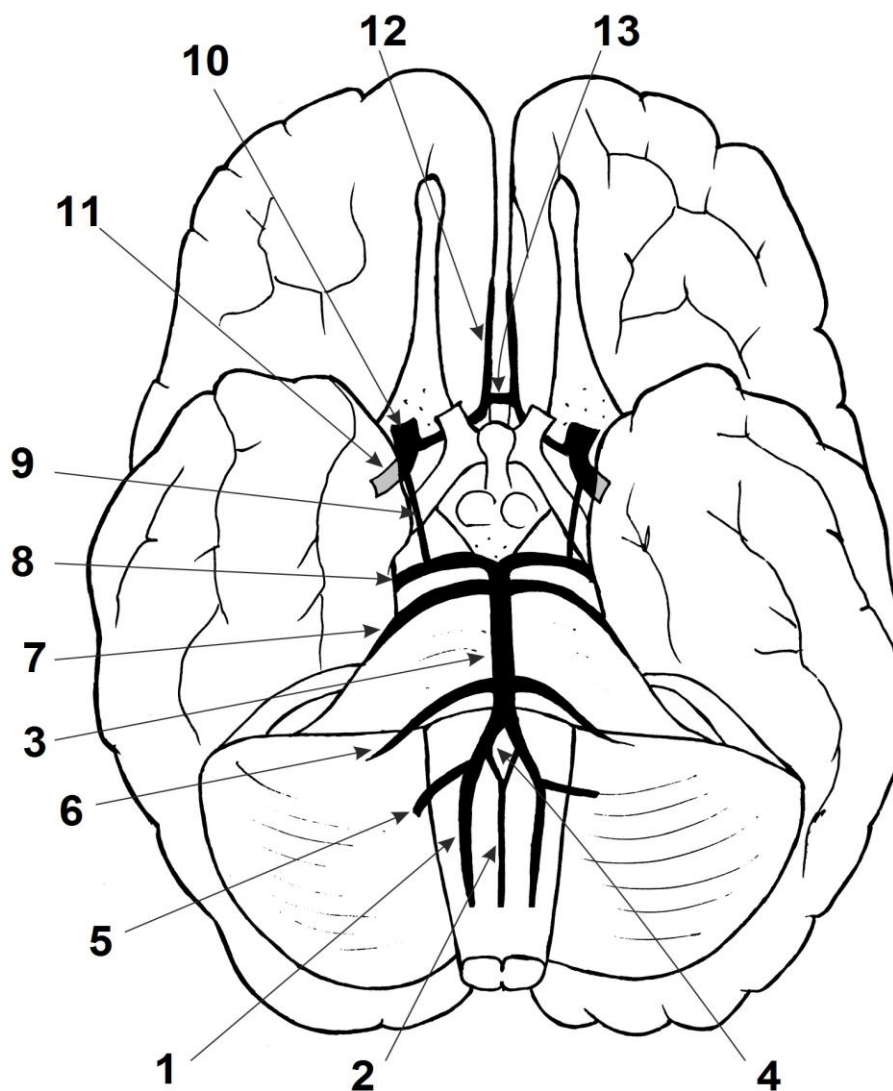


Рис. 20. Артериальный круг головного мозга (рисунок Ивановой В.В., 2020)

1. Позвоночная артерия (arteria vertebralis)
2. Передняя спинномозговая артерия (arteria spinalis anterior)
3. Основная артерия (arteria basilaris)
4. Бульбарное артериальное кольцо (кольцо Захарченко)
5. Задняя нижняя мозжечковая артерия (arteria cerebelli inferior posterior)
6. Передняя нижняя мозжечковая артерия (arteria cerebelli inferior anterior)
7. Верхняя мозжечковая артерия (arteria cerebelli superior)
8. Задняя мозговая артерия (arteria cerebri posterior)
9. Задняя соединительная артерия (arteria communicans posterior)
10. Внутренняя сонная артерия (arteria carotis interna)
11. Средняя мозговая артерия (arteria cerebri media)
12. Передняя мозговая артерия (arteria cerebri anterior)
13. Передняя соединительная артерия (arteria communicans anterior)

Контрольные вопросы

1. Какие сосуды участвуют в кровоснабжении спинного мозга?
2. Что такое сосудистый венец спинного мозга?
3. По каким сосудам осуществляется венозный отток от спинного мозга?
4. Охарактеризуйте артериальный круг головного мозга.
5. Каков биологический смысл артериального круга головного мозга?
6. Какими сосудами образован круг Захарченко?
7. Назовите ветви позвоночной артерии, участвующие в кровоснабжении головного мозга.
8. Назовите ветви основной артерии, участвующие в кровоснабжении головного мозга.
9. Какие структуры головного мозга кровоснабжаются ветвями задней мозговой артерии?
10. Какие структуры головного мозга кровоснабжаются ветвями средней мозговой артерии?
11. Какие структуры головного мозга кровоснабжаются ветвями передней мозговой артерии?
12. Каковы особенности кровоснабжения ствола головного мозга?
13. Что такое мягкоболочечная сеть головного мозга?
14. Перечислите поверхностные вены головного мозга.
15. Назовите глубокие вены головного мозга.

Тестовые задания

Выберите один правильный ответ.

1. АРТЕРИЯ, ЛОКАЛИЗОВАННАЯ НА ПЕРЕДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ МОСТА, – ЭТО
 - a) позвоночная артерия
 - b) передняя мозговая артерия
 - c) средняя мозговая артерия
 - d) основная артерия
2. ЗАДНЯЯ МОЗГОВАЯ АРТЕРИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ВЕТВЬЮ
 - a) верхней мозжечковой артерии
 - b) внутренней сонной артерии
 - c) наружной сонной артерии
 - d) основной артерии

3. ПЕРЕДНЯЯ МОЗГОВАЯ АРТЕРИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ВЕТВЬЮ
- a) внутренней сонной артерии
 - b) наружной сонной артерии
 - c) подключичной артерии
 - d) верхней мозжечковой артерии
4. ПРАВАЯ И ЛЕВАЯ ПЕРЕДНИЕ МОЗГОВЫЕ АРТЕРИИ АНАСТОМОЗИРУЮТ ПОСРЕДСТВОМ
- a) парных передних соединительных артерий
 - b) непарной передней соединительной артерии
 - c) парных задних соединительных артерий
 - d) основной артерии
5. ВЕТВЬЮ ОСНОВНОЙ АРТЕРИИ НЕ ЯВЛЯЕТСЯ
- a) артерии моста
 - b) верхняя мозжечковая артерия
 - c) околомозолистая артерия
 - d) среднемозговые артерии
6. ОСНОВНАЯ АРТЕРИЯ ОБРАЗУЕТСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОБЪЕДИНЕНИЯ
- a) передних мозговых артерий
 - b) позвоночных артерий
 - c) средних мозговых артерий
 - d) спинномозговых артерий
7. ГЛУБОКОЙ ВЕНОЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЯВЛЯЕТСЯ
- a) передняя вена мозга
 - b) вена основания
 - c) большая вена мозга
 - d) нижняя вена мозга
8. ПОВЕРХНОСТНОЙ ВЕНОЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЯВЛЯЕТСЯ
- a) передняя вена прозрачной перегородки
 - b) вена основания
 - c) большая вена мозга
 - d) вена зрительного бугра и полосатого тела
9. ДЛИННЫЕ ОГИБАЮЩИЕ АРТЕРИИ СТВОЛА КРОВОСНАБЖАЮТ
- a) крышу ствола мозга
 - b) покрышку ствола мозга

- c) основание ствола мозга
- d) белое вещество ствола мозга

10. ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОЙ КРОВИ МЕЖДУ ВЕТВЯМИ ВНУТРЕННИХ СОННЫХ И ПОЗВОНОЧНЫХ АРТЕРИЙ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ

- a) артериальным кругом головного мозга
- b) пазухами твёрдой мозговой оболочки
- c) кругом Захарченко
- d) сосудистой короной

ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ:

1	d
2	d
3	a
4	b
5	c
6	b
7	c
8	b
9	a
10	a

СПИННО-МОЗГОВАЯ ЖИДКОСТЬ

Спинно-мозговая жидкость (liquor cerebrospinalis) – это прозрачная, бесцветная, слабощелочная жидкость, заполняющая мозговые желудочки, водопровод мозга, центральный канал и подпаутинное пространство головного и спинного мозга. Спинно-мозговая жидкость подпаутинного пространства со всех сторон окружает головной и спинной мозг, формируя амортизирующий слой между ними и костями полости черепа и позвоночного канала.

Объем спинно-мозговой жидкости человека в норме составляет от 80 до 200 мл. Она образуется со скоростью 500 мл/сут, полностью обновляясь каждые 4–8 часов. В спинно-мозговой жидкости содержится небольшое количество белка, углеводов, молочной кислоты, мочевины и холестерина. По сравнению с плазмой крови она содержит меньше белка, но имеет большую концентрацию ионов натрия, калия и хлора. Спинномозговая жидкость содержит единичные лимфоциты (не более 5 шт./мл).

Образование спинно-мозговой жидкости

Основной объём спинно-мозговой жидкости (70–90 %) образуется в сосудистых сплетениях желудочков мозга (рис. 21), остальной объём (10–30 %) образуется вне сосудистых сплетений, эпендимоцитами, выстилающими все естественные полости головного и спинного мозга.

Из сосудистых сплетений наибольшее количество спинно-мозговой жидкости продуцируют сосудистые сплетения боковых мозговых желудочков, меньшее количество образуется в сосудистых сплетениях третьего и четвёртого желудочков.

Сосудистая основа (tela choroidea) мозговых желудочков состоит из мягкой мозговой оболочки, содержащей кровеносные сосуды, и эпендимы желудочков, представленной одним слоем кубических эпендимоцитов. Между эпендимой желудочков и мягкой мозговой оболочкой в области сосудистой основы нервная ткань полностью вытесняется, что создаёт благоприятные условия для образования спинномозговой жидкости. Часть сосудистой основы, содержащая большое количество кровеносных сосудов, получает название *сосудистого сплетения (plexus choroideus)*. Сосудистые спле-

тения вдаются в полость желудочков мозга, образуя ветвящиеся выпячивания – ворсинки сосудистых сплетений, что значительно увеличивает площадь, на которой происходит образование спинно-мозговой жидкости. Со стороны желудочков мозга ворсинки сосудистых сплетений покрыты атипичными эпиндимоцитами – хороидными эпендимоцитами (рис. 21).

Хороидные эпендимоциты – это атипичные эпендимоциты кубической формы, с умеренно развитым синтетическим аппаратом, большим количеством митохондрий и многочисленными везикулами. На апикальной поверхности плазмолеммы хороидных эпендимоцитов располагаются микроворсинки, базальная поверхность формирует базальный лабиринт, латеральная поверхность плазмолеммы образует плотные контакты со смежными хороидными эпендимоцитами (рис. 21). На поверхности хороидных эпендимоцитов располагаются макрофаги³⁰. Хороидные эпендимоциты лежат на базальной мембране, под которой находится рыхлая соединительная ткань мягкой мозговой оболочки, содержащая кровеносные сосуды. В мягкой мозговой оболочке сосудистых сплетений присутствуют фенестрированные кровеносные капилляры и слоистые обызвествлённые конкреции.

Образование спинно-мозговой жидкости происходит на основе плазмы крови, которая претерпевает ультрафильтрацию через гемато-ликворный барьер. Гемато-ликворный барьер образуют: эндотелий фенестрированных кровеносных капилляров, базальная мембрана кровеносных капилляров, перикапиллярное пространство с большим количеством макрофагов, базальная мембрана хороидных эпендимоцитов и слой хороидных эпендимоцитов. Хороидные эпендимоциты не только транспортируют плазму крови через свою цитоплазму, но и влияют на её состав, а также синтезируют и секретируют белки в спинно-мозговую жидкость.

Между нейронами и спинно-мозговой жидкостью имеется нейро-ликворный барьер, который образован слоем эпендимы, базальной мембраной эпендимоцитов и субэпендимальной (перивентрикулярной) пограничной глиальной мембраной, образованной филподиями астроцитов.

³⁰ Макрофаги сосудистых сплетений (клетки Кольмера) – это уплощённые отростчатые клетки, которые перемещаются по апикальным поверхностям хороидных эпендимоцитов.

Утилизация спинно-мозговой жидкости

Основная часть спинно-мозговой жидкости утилизируется в области грануляций паутинной оболочки, проникающих в пазухи твёрдой мозговой оболочки (см. ранее – с. 182).

Меньшая часть спинно-мозговой жидкости утилизируется при помощи атипичных эпендимоцитов – таницитов и типичных эпендимоцитов.

Танициты – это атипичные эпендимоциты, выстилающие боковые стенки третьего желудочка, инфундибулярный карман и внутреннюю поверхность срединного возвышения подбугорной области. Танициты являются клетками кубической формы, апикальная часть плазмолеммы которых покрыта микроворсинками и единичными ресничками, а от базальной части плазмолеммы отходит длинный отросток, заканчивающийся филоподией на кровеносном капилляре. Танициты поглощают спинно-мозговую жидкость на апикальной поверхности по механизму эндоцитоза и транспортируют везикулы к перикапиллярному пространству.

Часть спинно-мозговой жидкости абсорбируется типичными эпендимоцитами по всей поверхности эпендимы.

Циркуляция спинно-мозговой жидкости

Из боковых желудочков мозга через правое и левое межжелудочковые отверстия спинно-мозговая жидкость поступает в третий желудочек мозга, затем через водопровод мозга – в четвёртый желудочек мозга, а из него через непарное срединное отверстие четвёртого желудочка (отверстие Мажанди) и парное боковое отверстие четвёртого желудочка (отверстие Лушка) в мозжечково-мозговую цистерну подпаутинного пространства.

Гидростатическое давление в кровеносных капиллярах сосудистых сплетений повышено, что облегчает образование спинно-мозговой жидкости, а в пазухах твёрдой мозговой оболочки, где находятся грануляции паутинной оболочки, понижено, что обеспечивает отток спинно-мозговой жидкости.

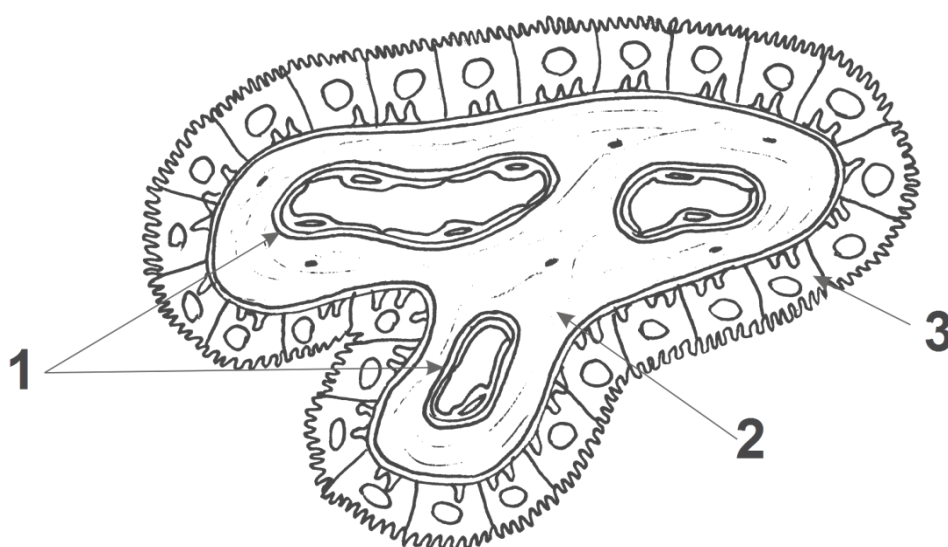


Рис. 21. Участок сосудистого сплетения головного мозга (рисунки Ивановой В.В., 2020)

1. Кровеносные капилляры
2. Соединительная ткань мягкой мозговой оболочки
3. Хороидные эпэндиоциты

Функции спинно-мозговой жидкости

1. Механическая защита головного и спинного мозга – за счёт заполнения подпаутинного пространства.
2. Гомеостатическая – за счёт поддержания постоянства ионного состава, которое обеспечивает нормальное функционирование клеток нервной ткани.
3. Интегративная – за счёт переноса биологически активных веществ.
4. Экскреторная – за счёт отведения метаболитов, выделяемых клетками нервной ткани.

Гемато-энцефалический барьер

Гемато-энцефалический барьер – это комплекс структур, разделяющих нейроны центрального отдела нервной системы и кровь, который обеспечивает избирательное проникновение различных соединений в нервную ткань. Гемато-энцефалический барьер препятствует проникновению в головной и спинной мозг соединений (токсичные вещества, лекарственные препараты и др.) или организмов (вирусы, бактерии, простейшие), которые потенциально могут повредить нейроны.

Гемато-энцефалический барьер включает: эндотелий кровеносных капилляров соматического типа, базальную мембрану кровеносных капилляров, перикапиллярное пространство с большим количеством макрофагов, периваскулярную пограничную глиальную мембрану и цитоплазму астроцитов.

Через гемато-энцефалический барьер свободно проникают мелкие молекулы, лишённые антигенных свойств, необходимые для питания нейронов и глиальных клеток (глюкоза, аминокислоты, витамины). Гемато-энцефалический барьер отсутствует в подбугорной области, шишковидном теле и нейрогипофизе, что связано с секрецией нейросекреторными клетками этих отделов пептидных биологически активных веществ в кровь.

Контрольные вопросы

1. Где и каким образом образуется спинно-мозговая жидкость?
2. Где и каким образом утилизируется спинно-мозговая жидкость?
3. Дайте ультраструктурную характеристику хороидных эпэндимоцитов.
4. Дайте ультраструктурную характеристику таницитов.
5. Что такое нейро-ликворный барьер?
6. Назовите направление тока спинно-мозговой жидкости.
7. Каковы функции спинно-мозговой жидкости?
8. Какие структуры формируют гемато-энцефалический барьер?
9. Какие вещества не проходят через гемато-энцефалический барьер?
10. Какие вещества свободно проходят через гемато-энцефалический барьер?

Тестовые задания

Выберите один правильный ответ.

1. ОБЪЁМ СПИННО-МОЗГОВОЙ ЖИДКОСТИ У ЧЕЛОВЕКА В НОРМЕ СОСТАВЛЯЕТ
 - a) 80–200 мл
 - b) 80–200 мкл
 - c) 200–500 мл
 - d) 500–1000 мл

2. В НОРМЕ В СПИННО-МОЗГОВОЙ ЖИДКОСТИ ЧЕЛОВЕКА СОДЕРЖАТСЯ

- a) множество лимфоцитов
- b) единичные лимфоциты
- c) единичные эритроциты
- d) все форменные элементы крови

3. СПИННО-МОЗГОВАЯ ЖИДКОСТЬ ЛОКАЛИЗУЕТСЯ

- a) в желудочках мозга и подпаутинном пространстве
- b) только в желудочках мозга
- c) только в подпаутинном пространстве
- d) в желудочках мозга и подтвёрдооболочечном пространстве

4. СОСУДИСТЫЕ СПЛЕТЕНИЯ ЛОКАЛИЗУЮТСЯ В

- a) субарахноидальном пространстве
- b) центральном канале
- c) водопроводе мозга
- d) боковых желудочках мозга

5. ВОРСИНКИ СОСУДИСТЫХ СПЛЕТЕНИЙ ВЫСТЛАНЫ

- a) типичными эпендимоглиоцитами
- b) таницитами
- c) хороидными эпендимоглиоцитами
- d) менинготелием

6. ТАНИЦИТЫ ЛОКАЛИЗОВАНЫ В ВЫСТИЛКЕ

- a) третьего желудочка мозга
- b) центрального канала
- c) боковых желудочков мозга
- d) субарахноидального пространства

7. МЕЖДУ НЕЙРОНАМИ И СПИННО-МОЗГОВОЙ ЖИДКОСТЬЮ ИМЕЕТСЯ

- a) гемато-энцефалический барьер
- b) гемато-ликворный барьер
- c) нейро-ликворный барьер
- d) прозрачная перегородка

8. В СТРУКТУРУ ГЕМАТО-ЭНЦЕФАЛИЧЕСКОГО БАРЬЕРА ВХОДЯТ

- a) синусоидные капилляры
- b) фенестрированные капилляры

- c) соматические капилляры
- d) открытые капилляры

9. В ПОДПАУТИННОЕ ПРОСТРАНСТВО СПИННО-МОЗГОВАЯ ЖИДКОСТЬ ПОПАДАЕТ ИЗ ЧЕТВЁРТОГО ЖЕЛУДОЧКА МОЗГА ЧЕРЕЗ

- a) отверстие Мажанди и отверстия Лушка
- b) межжелудочковые отверстия
- c) водопровод мозга
- d) грануляции паутинной оболочки

10. МЕХАНИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ГОЛОВНОГО И СПИННОГО МОЗГА ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ ЗАПОЛНЕНИЕМ СПИННО-МОЗГОВОЙ ЖИДКОСТЬЮ

- a) полостей мозга
- b) подпаутинного пространства
- c) подтвёрдооболочечного пространства
- d) центрального канала

ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ:

1	a
2	b
3	a
4	d
5	c
6	a
7	c
8	b
9	a
10	b

Приложение 1

Отделы коры конечного мозга по К. Бродману (поля Бродмана³¹)

Название поля	Локализация	Функция	Нарушение
Поле 1 (промежуточная постцентральная область)	Верхнебоковая поверхность постцентральной извилины и задняя часть парацентральной дольки	Первичная соматосенсорная область, в которой заканчиваются восходящие проводящие пути поверхностной и глубокой общей чувствительности	При повреждении возникает анестезия или гипестезия всех видов общей чувствительности в соответствующих частях тела с противоположной стороны. При раздражении возникают парестезии в участках тела, соответствующих раздражаемым зонам коры
Поле 2 (задняя постцентральная область)	Задняя поверхность постцентральной извилины, обращённая в постцентральную борозду, и задняя часть парацентральной дольки		
Поле 3 (передняя постцентральная область)	Передняя поверхность постцентральной извилины, обращённая в центральную борозду, и задняя часть парацентральной дольки		
Поле 4 (гигантопирамидальная область)	Поверхность предцентральной извилины и передняя часть парацентральной дольки	Первичная соматомоторная область, в которой начинается нисходящий двигательный пирамидный путь, следующий к нейронам соматомоторных ядер спинного мозга и ствола головного мозга, обеспечивающий произвольные движения скелетных мышц противоположной половины тела	При повреждении возникают центральные парезы или параличи на противоположной стороне тела. При раздражении возникают клонические сокращения в участках тела, соответствующих раздражаемым зонам коры
Поле 5 (предтеменная область)	Передняя часть верхней теменной дольки позади постцентральной борозды	Ассоциативная соматосенсорная зона, которая получает информацию от первичной соматосенсорной зоны.	При повреждении возникает астереогноз

³¹ Поля Бродмана – это участки коры конечного мозга, отличающиеся по своему строению (цитоархитектоники и миелоархитектоники). На основании изучения коры больших полушарий различных млекопитающих выделены 52 поля Бродмана. Кора больших полушарий у человека представлена 45 полями.

<p>Поле 6 (лобная агранулярная область)</p>	<p>Передняя часть предцентральной и задние части верхней и средней лобной извилин</p>	<p>Является премоторной и дополнительной моторной корой. Премоторная кора вносит вклад в формирование нисходящего двигательного пирамидного пути (иннервация мышц поясов конечностей). Дополнительная моторная кора (вторичная моторная зона), в которой формируется план и последовательность движений, посылает эффективные импульсы к структурам экстрапирамидной системы: в мозжечок, базальные ядра и ядра ретикулярной формации. Участвует в формировании нового двигательного навыка. В этой области также локализованы зеркальные нейроны, участвующие в зеркальном повторении выражения лица собеседника</p>	<p>Одностороннее повреждение премоторной коры вызывает умеренную слабость мышц плечевого и тазового поясов противоположной стороны. При повреждении возникает кинетическая (премоторная) апраксия. Целенаправленные движения ограничены на противоположной пораженной стороне, не сопровождаются нарушением силы, чувствительности и рефлексов мышц</p>
<p>Поле 7 (верхняя теменная область)</p>	<p>Верхняя часть теменной доли между постцентральной извилиной и затылочной долей позади поля 5</p>	<p>Ассоциативная соматосенсорная зона, в которую поступает информация от первичной соматосенсорной зоны и от зрительной коры затылочных долей. Участвует в зрительно-двигательной координации (например, при ловле мяча)</p>	<p>При поражении развиваются астереогноз, аутоагнозия, анозогнозия (синдром Антона)</p>

<p>Поле 8 (лобная промежуточная область)</p>	<p>Находится в задних отделах верхней и средней лобной извилин, впереди премоторной коры</p>	<p>Центр произвольного поворота головы и глаз. Участвует в генерации саккадных движений глаз, а также слежении взором за движущимся объектом</p>	<p>При повреждении возникает паралич взора в противоположную очагу поражения сторону. При раздражении этой области возникают судорожные подергивания глаз и головы в противоположную поражённому полушарию сторону</p>
<p>Поле 9 (лобная гранулярная область)</p>	<p>Дорсолатеральная префронтальная кора (передний отдел верхней лобной извилины)</p>	<p>Психическая (высшая нервная) деятельность. Область связана с памятью, логическим мышлением, принятием решений, а также контролем поведения</p>	<p>При повреждении возникают ухудшение памяти, нарушение инициативности, самостоятельности в действиях, угнетение речевой и двигательной активности, снижение суточной активности, замедление межличностных социальных реакций</p>
<p>Поле 10 (область лобного полюса)</p>	<p>Передняя префронтальная кора (лобный полюс, передние части средней и нижней лобных извилин)</p>		
<p>Поле 11 (префронтальная область)</p>	<p>Обонятельная область (нижняя поверхность лобных долей)</p>	<p>Психическая (высшая нервная) деятельность</p>	<p>При повреждении наблюдаются изменения личности, которые выражаются в появлении беззаботности (ребячество, неуместные шутки, бессмысленные влечения, лабильность эмоций). Снижается способность сопереживать. При поражении левой лобной доли в большей степени страдает интеллект, чем при поражении правой доли. Расстройства двигательной функции: изменение походки, трудности поддержания тела в вертикальном положении (лобная атаксия Брунса или апраксия ходьбы), патологические позы, расстройство функций тазовых органов</p>
<p>Поле 12 (префронтальная область)</p>			

<p>Поле 16</p>	<p>Кора островковой доли</p>	<p>Первичная зона висцерорецепции: отвечает за осознание висцеральной активности (например, сердцебиение, наполнение мочевого пузыря). Связана с анализом обонятельных и вкусовых ощущений, и поэтому – с аппетитом. Кора островка связана с миндалиной головного мозга, её активация связана с тревожностью</p>	<p>При повреждении возникает афазия, тревожные расстройства. Многие болевые синдромы связаны с поражением коры островка</p>
<p>Поле 17 (полосатая область)</p>	<p>Часть коры медиальной поверхности затылочной доли по краям шпорной борозды и затылочный полюс</p>	<p>Первичная зрительная кора (проекционная зрительная область), ответственна за анализ параметров оптического стимула. Участвует в распознавании простых образов</p>	<p>При разрушении всей зоны в одном из полушарий – центральные гомонимные гемианопсии. При разрушении обеих зон в двух полушариях – центральная слепота</p>
<p>Поле 18 (затылочная область)</p>	<p>Медиальная поверхность затылочной доли выше поля 17 и верхнебоковая поверхность затылочной доли, примыкающая к затылочному полюсу</p>	<p>Вторичная зрительная кора (ассоциативная зрительная область), участвующая в анализе оптических стимулов с двух сторон (от левого и от правого глаза) для построения трёхмерного изображения. Ядерная зона зрительного анализатора – центр восприятия письменной речи</p>	<p>При повреждении данной области страдают функции, связанные с распознаванием зрительного образа (зрительная агнозия – нарушение узнавания объектов, лиц, цветов), стереопсис, нарушается восприятие письма (алексия)</p>

<p>Поле 19 (предзатылочная область)</p>	<p>Медиальная поверхность затылочной доли ниже поля 17 и верхнебоковая поверхность затылочной доли, примыкающая к полю 18.</p>	<p>Ассоциативная зрительная область, участвует в восприятии уровня освещения, паттернов и деталей изображения. Некоторые нейроны этой зоны участвуют в интеграции зрительных образов со звуковыми и тактильными сигналами.</p>	<p>При повреждении возникают зрительные галлюцинации, ухудшается зрительная память. Наблюдается алексия, параграфия (идентичные парафазии нарушения письменной речи) и паралексия (идентичные парафазии нарушения речи при чтении)</p>
<p>Поле 20 (нижняя височная область)</p>	<p>Находится в области нижних отделов наружных поверхностей височных долей</p>	<p>Центр вестибулярного анализатора. Участвуют в распознавании ранее встречавшихся объектов, событий, людей. Участвуют в селективном внимании к речи, понимании речи, анализе сложных звуков.</p>	<p>При поражении развивается афазия Вернике, изменения личности</p>
<p>Поле 21 (средняя височная область)</p>	<p>Средняя височная извилина</p>		
<p>Поле 22 (верхняя височная область, центр Вернике)</p>	<p>Задняя треть верхней височной извилины, извилины Гешля и часть нижней теменной дольки (слева)</p>	<p>Вторичная слуховая кора (ассоциативная слуховая область) – получает сигналы из первичной слуховой коры. Является акустико-гностическим сенсорным центром речи (центр Вернике), ответственно за понимание речи. Область связана со способностью сохранять в памяти слова, повторять слова и строить фразы в грамматическом порядке. Это поле контролирует трудовые процессы речью.</p>	<p>При повреждении возникает амнестическая афазия, семантическая афазия, сенсорная афазия (человек не понимает устную речь: как чужую, так и свою). При разрушении 22 поля возникают слуховые галлюцинации, нарушение слуховых ориентировочных реакций, амузия</p>

Поле 23 (задняя вентральная поясная область)	Вентральная часть задней половины поясной извилины	Получает соматосенсорную информацию и участвует в зрительной ориентации в пространстве	Когнитивные нарушения коррелируют с нарушением активности коры данного поля
Поле 24 (передняя вентральная поясная область)	Вентральная часть передней половины поясной извилины	«Детектор ошибок», участвует в мониторинге переключения внимания	При повреждении данной области возникают трудности при выполнении заданий, требующих когнитивного контроля
Поле 25 (подколенная область)	Околопограничная извилина	Психическая (высшая нервная) деятельность: формирование памяти, эмоциональные переживания. Высший вегетативный центр: нисходящие волокна проецируются на вегетомоторные ядра ствола мозга	Высокая активность в коре данной области связана с депрессией
Поле 26 (эктосплениальная область)	Прилежит к заднему концу мозолистого тела, полностью скрыта в борзде мозолистого тела	Психическая (высшая нервная) деятельность: формирование памяти, эмоциональные переживания	
Поле 27 (предсубикулярная область, область предоснования)	Передняя часть парагиппокампальной извилины, выявляемая на нижней поверхности полушарий конечного мозга, перед её крючком	Кора участвует в процессе запоминания и пространственной ориентации	При повреждении возникает антероградная амнезия
Поле 28 (энторинальная область)	Кора медиобазальной поверхности височной доли (грушевидная и парагиппокампальная извилины, крючок)	Проекционные поля и ассоциативная зона обонятельной системы.	При повреждении возникает гипосмия или аносмия, паросмия и дизосмия и обонятельные галлюцинации
Поле 29 (гранулярная позадилимбическая область)	Узкая зона, формирующая полукруг кзади от поля 26. Представляет собой старую кору	Участвует в процессе запоминания и пространственном мышлении	Повреждение полей с левой стороны приводит к антероградной вербальной и невербальной амнезии. При поражении полей с правой

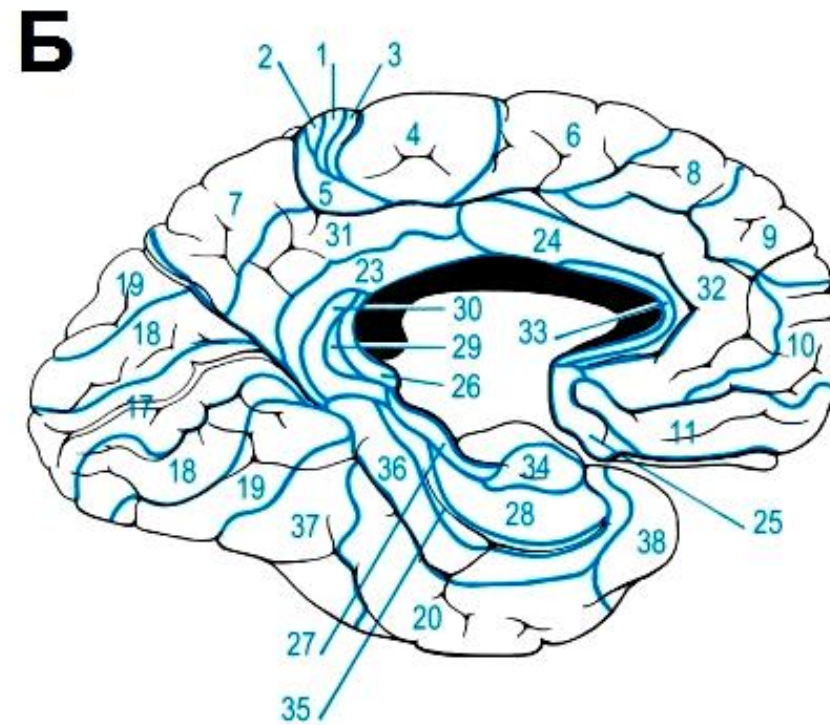
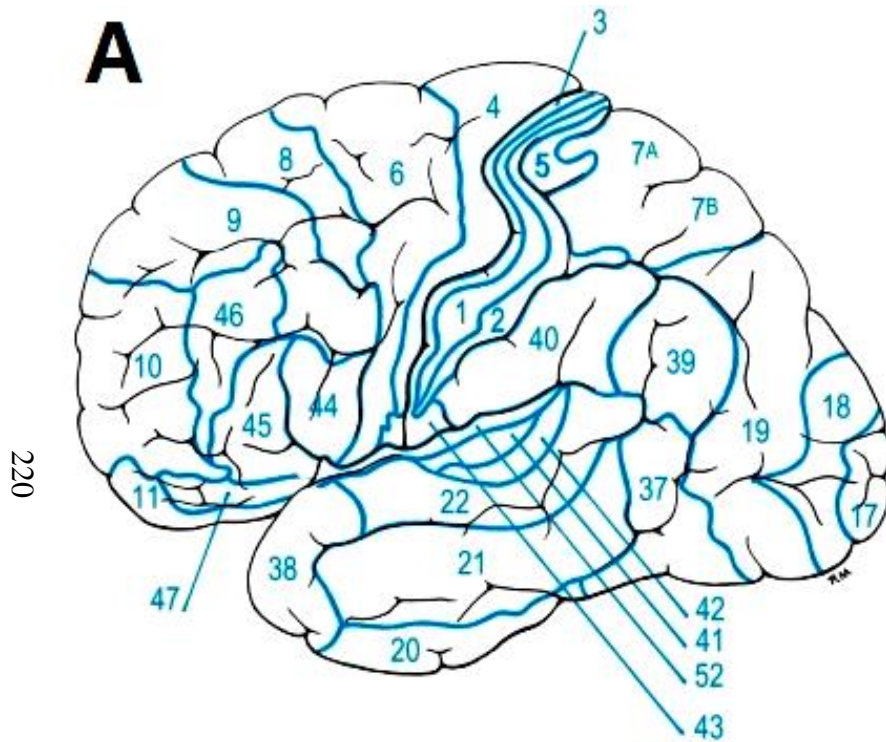
Поле 30 (агранулярная позадиллимбическая область)	Перешеек поясной извилины. Представляет собой переход от старой коры к новой коре		сторны нарушается запоминание локаций, а также пространственная ориентация знакомых локаций друг относительно друга
Поле 31 (задняя дорсальная посяная область)	Дорсальная часть задней половины поясной извилины	Рецептивная область эмоциональных переживаний	При повреждении возникает транскортикальная моторная афазия, которая характеризуется спонтанной речью и повторениями. Спонтанная речь грубо нарушена, прерывистая. Способность к повторению выражений и чтению вслух сохранены. Понимание речи не нарушено
Поле 32 (передняя дорсальная посяная область)	Дорсальная часть передней половины поясной извилины		
Поле 33 (предколенная область)	Латеральные продольные полоски мозолистого тела и их продолжение		
Поле 34 (задняя энторинальная область)	Локализована кнутри от носовой борозды	Центр обонятельного анализатора. Принимает участие в консолидации памяти, навигации и чувстве времени	При повреждении области возникает anosmia со стороны дефекта
Поле 35 (околоносовая область)	Находится в глубине носовой борозды, представляет собой архикортекс.	Принимает участие в консолидации памяти и процессе вспоминания (декларативная память)	При поражении возникает нарушение памяти
Поле 36 (экторинальная область)	Лежит латеральнее носовой борозды и представляет собой неокортекс		
Поле 37 (затылочновисочная область)	Зубчатая извилина	Ассоциативный центр зрения, участвующий в распознавании лиц, выражения лица, памяти на лица. Может участвовать в восприятии не только лиц, но других субъективно важных изображений. Например,	Двустороннее поражение или поражение зубчатой извилины справа проявится прозопагнозией (лицевая агнозия)

		изображение птицы для фанатика-орнитолога. Поле 37 активизируется при рисовании	
Поле 38 (область височного полюса)	Область височного полюса	Является ассоциативной корой – на основе анализа и синтеза информации различной модальности участвует в формировании эмоций и определении стратегии поведения в социуме. Левый височный полюс связан с семантической памятью, правый височный полюс – с эмоциональной памятью	Повреждение левого височного полюса сопровождается нарушением семантической памяти, апатией, раздражительностью, депрессией, эмоциональной тупостью, нарушением социальной коммуникации, а также нарушением отличия речи от фоновых шумов
Поле 39 (угловая область)	Область угловой извилины	Ассоциативная кора, участвующая в анализе зрительных, соматосенсорных и звуковых стимулов	При поражении области развивается акалькулия, аграфия, праволевая дезориентация, а также семантическая афазия, проявляющаяся трудностями понимания сколь угодно сложных по построению фраз и логико-грамматических оборотов
Поле 40 (надкраевая область)	Располагается в области надкраевой извилины	Двигательный анализатор сложных профессиональных, трудовых и бытовых навыков: участвует в планировании сложных двигательных актов. Область активна при дедуктивном мышлении и выполнении творческих заданий	При поражении надкраевой области в доминантном полушарии развиваются афферентная кинестетическая моторная афазия, семантическая афазия, амнестическая афазия, апраксия

<p>Поле 41 (передняя/ внутренняя поперечная височная область)</p>	<p>Располагается в области средней части верхней височной извилины (Гешля)</p>	<p>Первичная слуховая зона (проекционный центр слуха), ядерная зона звукового анализатора</p>	<p>При разрушении первичной слуховой зоны развивается корковая глухота при сохранении стволовых двигательных рефлексов на звуковые раздражители. Повреждение зоны связано с элементарными звуковыми галлюцинациями (звон, жужжание, шепот)</p>
<p>Поле 42 (задняя/ наружная поперечная височная область)</p>	<p>Занимает дорсолатеральные отделы височной доли</p>	<p>Ассоциативная кора (вторичная слуховая зона), ядерная зона звукового анализатора. Является частью акустико-гностического сенсорного центра речи (Вернике)</p>	<p>При повреждении развивается сенсорная афазия, слуховая вербальная агнозия, что является важным компонентом афазии Вернике</p>
<p>Поле 43 (подцентральная область)</p>	<p>Нижний отдел задней центральной извилины</p>	<p>Проекционная вкусовая область (первичная вкусовая зона)</p>	<p>При поражении развивается расстройство вкуса</p>
<p>Поле 44 (покрышечная область, центр Брока)</p>	<p>Находится в области задней части нижней лобной извилины</p>	<p>Представляет собой кинетикомоторный вербальный анализатор, в котором перерабатывается проприоцептивная информация. В доминирующем полушарии обеспечивает моторную организацию речи. От центра Брока волокна следуют к областям первичной моторной коры, отвечающим за мышцы, участвующие в артикуляции. Центр Брока связан с фонологической и синтаксической кодификациями.</p>	<p>При поражении этой области в доминантном полушарии развивается афазия Брока (анартрический синдром), которая характеризуется невозможностью объединения отдельных речевых движений в единый речевой акт. Поражение области недоминантного полушария проявляется апросодией (монотонная речь без эмоциональной окраски, модуляций, смысловых ударений)</p>

		В недоминирующем полушарии поле 44 отвечает за эмоциональный и мелодический компоненты речи. Активация центра Брока наблюдается как при внешней, так и внутренней речи	
Поле 45 (треугольная область)	Находится спереди от моторного центра речи	Триангулярная часть поля Брока (музыкальный моторный центр)	Поражение области проявляется эфферентной моторной афазией (афазия Брока), моторной (вокальной) амузией – нарушением способности воспроизведения музыкальных произведений, при сохранности их восприятия
Поле 46 (средняя лобная область)	Задние префронтальные области коры	Двигательный анализатор сочетанного поворота головы и глаз в разные стороны	При поражении области развивается динамическая афазия – это нарушение продуктивной, активной речи, невозможность активного высказывания
Поле 47 (глазничная область)	Префронтальная кора	Отклонение глаз и головы в сторону и мимика внимания. Восприятие речи и музыки. Распознавание эмоций: наибольшая активность коры данной области наблюдается при распознавании страха, отвращения и гнева	Поражение поля 47 сопровождается нарушением повторения, называния предметов, чтения вслух
Поле 52 (околоостровковая область)	Средняя часть верхней височной извилины	Центр слухового анализатора	Синдром извилин Гешля характеризуется наличием слуховых галлюцинаций. Слуховая агнозия

Карта полей К. Бродмана
на верхнебоковой поверхности (А) и медиальной поверхности (Б) полушарий конечного мозга
(по Gray's Clinical Neuroanatomy: The Anatomic Basis for Clinical Neuroscience, 1st Edition, 2011)



РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Гайворонский, И.В. Нормальная анатомия человека: учебник для медицинских вузов. В 2 т. Т.2 / И.В. Гайворонский. – 3-е изд., испр. – СПб. : Спец Лит., 2003. – 424 с.
2. Привес, М.Г. Анатомия человека / М.Г. Привес, Н.К Лысенков, В.И. Бушкович. – 11-е изд., испр. и доп. – СПб. : Гиппократ, 2003. – 704 с.
3. Сапин, М.Р. Анатомия человека : учебник для студентов биологических и медицинских специальностей вузов : в 2 кн. Кн.2 / М.Р. Сапин, Г.Л. Билич. – М. : ОНИКС-Альянс-В, 2003. – 325 с.
4. Синельников, Р.Д. Атлас анатомии человека. В 3 т. Т.3 / Р.Д. Синельников. – М.: Медицина, 1990. – 400 с.
5. Кузнецов, С.Л., Пугачев, М.К. Лекции по гистологии, цитологии, эмбриологии: Учебное пособие / С.Л. Кузнецов, М.К. Пугачев. – М.: Медицинское информационное агенство, 2004. – 432 с.
6. Улумбеков, Э.Г., Челышев Ю.А. Гистология, эмбриология, цитология / Э.Г. Улумбеков, Ю.А. Челышев. – М.: Медицина, 2007. – 408 с.

Дополнительная

1. Козлов, В.И. Анатомия нервной системы : учебное пособие для студентов / В.И. Козлов, Т.А. Цехмистренко. – М. : Мир ; АСТ, 2003. – 208 с.
2. Нетер, Ф. Атлас анатомии человека / Фрэнк Неттер ; под ред. Н.О. Бартоша, Л.Л. Колесникова ; пер. с англ. А.П. Киясова. – 4-е изд., испр. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 624 с.
3. Савельев, С.В. Практикум по анатомии мозга человека : учебное пособие для студентов вузов / С.В. Савельев, М.А. Негашева. – М. : ВЕДИ, 2003. – 192 с.
4. Фениш, Х. Карманный атлас анатомии человека на основе Международной номенклатуры / Ханц Фениш ; пер. под ред. С.Д. Денисова. – Минск : Высшая школа, 1996. – 464 с.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

**Мильто Иван Васильевич
Геренг Елена Андреевна
Иванова Вера Владимировна
Суходоло Ирина Владимировна**

**МОРФОЛОГИЯ
СПИННОГО И ГОЛОВНОГО МОЗГА
ЧЕЛОВЕКА**

Учебное пособие

Редактор Антошина Е. В.
Технический редактор Гончаров С.Б.
Рисунок на обложке Иванова В.В.

Издательство СибГМУ
634050, г. Томск, пр. Ленина, 107
тел. 8(3822) 51-41-53
E-mail: otd.redaktor@ssmu.ru

Подписано в печать 21.12.2020.

Формат 60x84 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная.

Печать цифровая. Гарнитура «Arial». Печ. л.13,8 Авт. л. 9,6
Тираж 100 экз. Заказ № 39

Отпечатано в Издательстве СибГМУ
634050, Томск, ул. Московский тракт, 2
E-mail: lab.poligrafii@ssmu.ru