

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

О.В.Калмин

ПРОВОДЯЩИЕ ПУТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Учебно-методическое пособие

Издательство Пензенского университета
1999

УДК 611.81 (075.8)

Калмин О.В. Проводящие пути центральной нервной системы:
Учебно-методическое пособие. - Пенза, 1999. - 52 с.

Учебно-методическое пособие содержит обобщенные и систематизированные данные о проводящих путях центральной нервной системы человека и иллюстрировано большим количеством рисунков и схем.

Пособие предназначено для студентов медицинских вузов.

Рецензенты:

- доктор медицинских наук, профессор Н.М.Иванов,
- доктор медицинских наук, профессор М.Ю.Ледванов.

Одобрено и рекомендовано к изданию редакционно-издательской комиссией медицинского факультета Пензенского государственного университета.

© Калмин О.В.,1999.
© Пензенский
государственный
университет, 1999.

“Главным в организации нервной системы является организация ее связей”. Эта точная формулировка известного нейроморфолога Б.И.Лаврентьева раскрывает значение проводящих путей центральной нервной системы. Обеспечивая передачу информации о состоянии внешней и внутренней среды организма, связывая между собой различные центры спинного и головного мозга, проводящие пути обеспечивают рефлекторную деятельность нервной системы. Между разнообразными центрами, между клеточными группами головного и спинного мозга существует бесконечное множество связей. Анатомически проводящие пути представляют собой совокупность нервных волокон одинакового происхождения и в большей части случаев одного и того же функционального значения.

Знания основных связей центральной нервной системы необходимы врачу для ясного и правильного представления о структурно-функциональной организации нервной системы.

Прежде чем приступить к рассмотрению морфологии отдельных проводящих путей, необходимо точно определить некоторые термины.

Под термином **«проводящий путь»** следует понимать весь нервный путь: для афферентных путей - от рецептора до подкоркового или коркового центра; для эфферентных путей - от моторного центра до эффекторного органа. Проводящий путь включает не только волокнистые структуры (белое вещество), но и соответствующие переключательные (клеточные) центры (нервные ядра). Так, например, проводящие пути экстероцепции включают нервные волокна соответствующего нерва и задних корешков, образованные нейронитами спиналь-

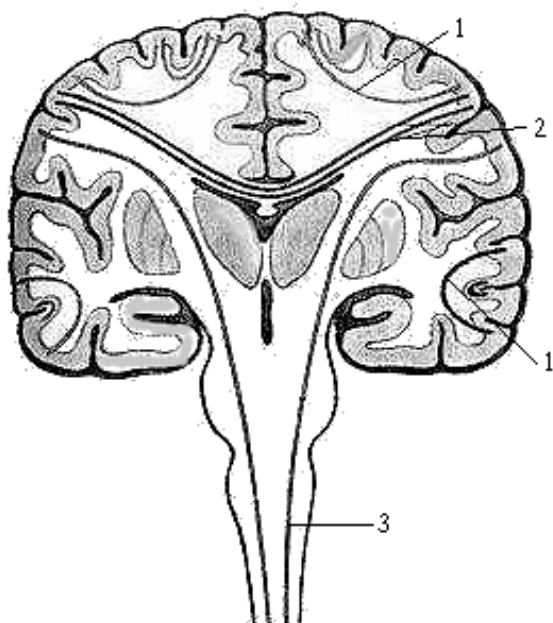


Рис. 1. Схема ассоциативных (1), комиссуральных (2) и проекционных проводящих путей (Сапин М.Р., 1993).

ных ганглиев, собственное ядро заднего рога спинного мозга, спинно-таламические тракты, латеральные ядра таламуса и таламо-корковые пути.

Проводящие пути в пределах центральной нервной системы состоят из трактов (пучков). **Тракты** - однонейронны и представлены аксонами нервных клеток, то есть составляют белое вещество головного и спинного мозга. Название их, как правило, включает наименование структур, которые данные тракты связывают. Например, корково-спинномозговой тракт соединяет кору больших полушарий головного мозга с сегментарным аппаратом спинного мозга. Некоторые тракты именуются по морфологическим признакам. Так, клиновидный пучок задних канатиков спинного мозга называется по форме ядра (клиновидное), где этот пучок заканчивается. Соседний с ним тонкий пучок обязан своим названием тонким нервным волокнам, которые его образуют.

В спинном и головном мозге по строению и функции выделяют три группы нервных проводящих путей: *ассоциативные, комиссуральные и проекционные*.

АССОЦИАТИВНЫЕ ПУТИ

Ассоциативные нервные волокна (*neurofibrae associationes*) соединяют участки серого вещества в пределах одной половины мозга, различные функциональные центры. Выделяют короткие и длинные ассоциативные волокна. Короткие соединяют близлежащие участки серого вещества и располагаются в пределах одной доли мозга (внутридолевые пучки волокон). Некоторые ассоциативные волокна, соединяющие серое вещество соседних извилин, дугообразно изгибаются в виде буквы U и называются **дугообразными волокнами большого мозга** (*fibrae arcuatae cerebri*). Ассоциативные нервные волокна, выходящие в белое вещество полушария (за пределы коры), называются **экстракортикальными**.

Длинные ассоциативные волокна связывают участки серого вещества, далеко отстоящие друг от друга, принадлежащие различным долям (междолевые пучки волокон). К длинным ассоциативным путям относят:

1. **Верхний продольный пучок** (*fasciculus longitudinalis superior*) - находится в верхней части белого вещества полушария большого мозга и соединяет кору лобной доли с теменной и затылочной.
2. **Нижний продольный пучок** (*fasciculus longitudinalis inferior*) - находится в нижних отделах полушария и соединяет кору височной доли с затылочной.
3. **Крючковидный пучок** (*fasciculus uncinatus*) - дугообразно изгибаясь впереди островка, соединяет кору лобного полюса с передней частью височной доли.

4. **Пояс (*cingulum*)** - охватывает в виде кольца мозолистое тело и соединяет участки коры в лобной, затылочной и височной долях.
5. **Подмозолистый пучок (*fasciculus subcallosus*)** - располагается снаружи от поясного пучка и соединяет участки коры в лобных извилинах и в извилинах латеральной поверхности затылочной доли.

В спинном мозге ассоциативные волокна соединяют серое вещество различных сегментов и образуют **передние, латеральные и задние собственные пучки спинного мозга (*fasciculi proprii ventrales, laterales et dorsales*)** и располагаются по периферии серого вещества. Короткие пучки связывают соседние сегменты, перекидываясь через 2-3 сегмента, длинные пучки - далеко отстоящие друг от друга сегменты.

Межсегментарные связи могут осуществляться ветвлением центрального отростка псевдоуниполярного нейрона спинального ганглия. Вступившие через задние корешки центральные отростки в белом веществе спинного мозга Т-образно делятся, и восходящие и нисходящие ветви образуют синаптические связи с мотонейронами разных по уровню расположения сегментов, но своей стороны спинного мозга.

Межсегментарные связи могут быть образованы вставочными нейронами (так называемыми рассеянными или пучковыми клетками). В этом случае центральный отросток чувствительного нейрона оканчивается синапсом на вставочном нейроне. Аксон последнего делится на восходящую и нисходящую ветви, которые, в свою очередь, заканчиваются на мотонейронах гомолатеральной стороны.

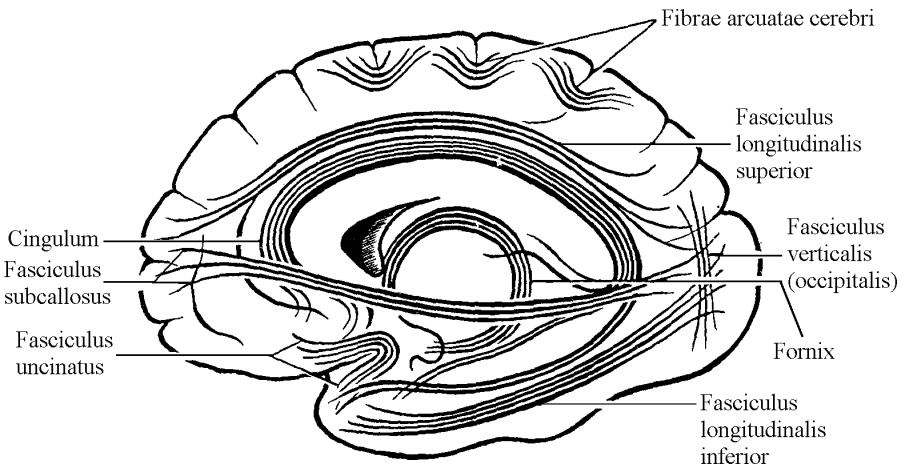


Рис. 2. Ассоциативные проводящие пути (Орловский Ю.А., Галахов Б.Б., Федорова Р.Н., 1993, с изменениями).

КОМИССУРАЛЬНЫЕ ПУТИ

Комиссуральные нервные волокна (*neurofibrae commissurales*) соединяют серое вещество правого и левого полушарий, аналогичные центры правой и левой половин мозга с целью координации их функции. Комиссуральные волокна проходят из одного полушария в другое, образуют спайки (мозолистое тело, спайка свода, передняя спайка).

В мозолистом теле располагаются волокна, соединяющие новые, более молодые, отделы коры (неоралеум), корковые центры правого и левого полушарий, в которых волокна мозолистого тела расходятся веерообразно, образуя лучистость мозолистого тела (*radiatio corporis callosi*). Комиссуральные волокна, идущие в колене и клюве мозолистого тела, соединяют друг с другом участки коры лобных долей правого и левого полушарий мозга. Загибаясь кпереди, пучки этих волокон как бы охватывают с двух сторон переднюю часть продольной щели большого мозга и образуют лобные (большие) щипцы (*forceps frontalis major*). В стволе мозолистого тела проходят нервные волокна, соединяющие кору центральных извилин, теменных и височных долей двух полушарий мозга. Валик мозолистого тела состоит из комиссуральных волокон, которые соединяют кору затылочных и задние отделы теменных долей правого и левого полушарий большого мозга. Изгибаясь кзади, пучки этих волокон охватывают задние отделы продольной щели большого мозга и образуют затылочные (малые) щипцы (*forceps occipitalis minor*).

Большая часть комиссуральных волокон, входящих в состав передней спайки, - это пучки, соединяющие друг с другом передне-медиальные участки коры височных долей обоих полушарий в дополнение к волокнам мозолистого тела.

В спайке свода проходят комиссуральные волокна, которые связывают участки коры правой и левой височной долей полушарий большого мозга, правого и левого гиппокампов.

В задней спайке мозга проходят комиссуральные пути, связывающие клеточные структуры среднего и промежуточного мозга.

Комиссуральные связи в спинном мозге образованы рассеянными клетками. На них заканчивается центральный отросток афферентного нейрона, а их аксон переходит на противоположную сторону спинного мозга и вступает в синаптическую связь с мотонейронами противоположной стороны.

ПРОЕКЦИОННЫЕ ПУТИ

Проекционные нервные волокна (*neurofibrae projectiones*) представляют собой системы нервных проводников, связывающих кору большого мозга и мозжечка с подкорковыми ядрами, мозговым стволом, спин-

ным мозгом и через них с периферией; они осуществляют проекцию периферии на кору и проекцию коры на периферию. Соответственно этому проекционные пути подразделяют на афферентные (восходящие) и эфферентные (нисходящие).

Афферентные проводящие пути

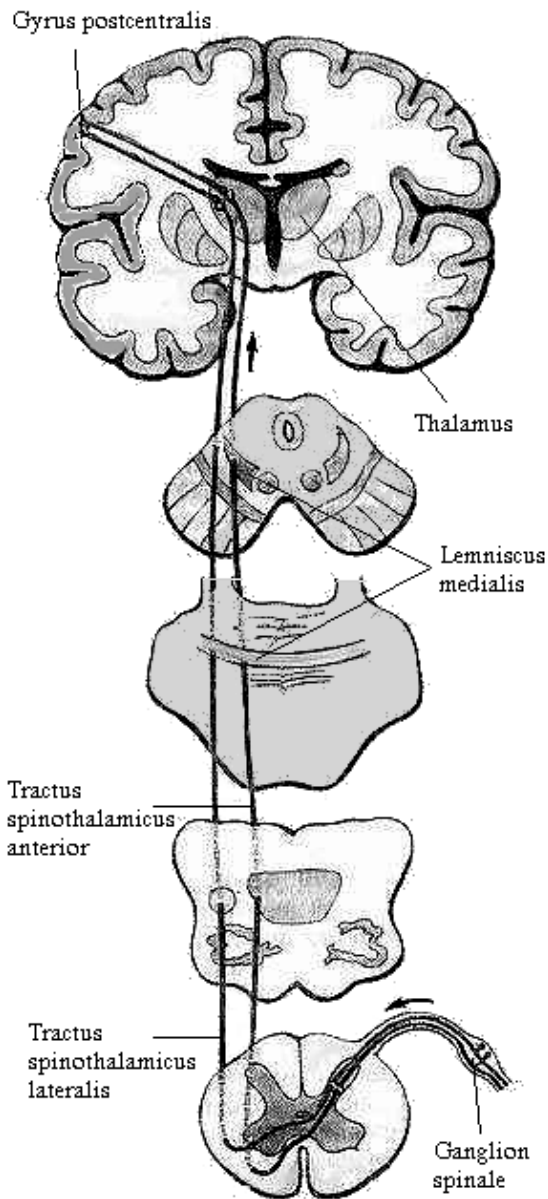
Восходящие проекционные пути (афферентные, чувствительные) несут в головной мозг импульсы, возникшие в результате воздействия на организм факторов внешней среды, а также импульсы от органов движения, от внутренних органов, сосудов. По характеру проводимых импульсов афферентные пути подразделяются на три группы.

1. **Экстероцептивные пути** - несут импульсы (болевые, температурные, тактильные, давления), возникшие в результате воздействия внешней среды на кожные покровы.
2. **Проприоцептивные пути** - проводят импульсы от органов движения (мышц, сухожилий, суставных капсул, связок), несут информацию о положении частей тела в пространстве.
3. **Интероцептивные пути** - проводят импульсы от внутренних органов, сосудов, где хемо-, баро- и механорецепторы воспринимают состояние внутренней среды организма, интенсивность обмена веществ, химизм крови и лимфы, давление в сосудах.

Экстероцептивные пути

Проводящий путь болевой и температурной чувствительности.

Рецепторы болевой и температурной чувствительности заложены в коже и подкожной основе туловища, конечностей, а также тех частей шеи головы, которые получают иннервацию от спинномозговых нервов. Импульсы передаются по чувствительным волокнам спинномозговых нервов клеткам спинномозговых ганглиев, которые представляют собой 1-й нейрон. Центральные отростки аксонов этих клеток входят в спинной мозг в составе задних корешков и оканчиваются в сером веществе заднего рога (*nucleus proprius cornu posterioris*). Расположенные здесь пучковые клетки являются 2-м нейроном, их отростки переходят в центральном промежуточном веществе (*substantia grisea intermedia centralis*) на противоположную сторону (перекрест) и образуют **латеральный спинно-таламический путь** (*tractus spinothalamicus lateralis*). Последний поднимается в боковом канатике спинного мозга. В продолговатом мозге боковой спинно-таламический путь располагается позади ядра оливы, а затем присоединяется к латеральному краю медиальной петли и в ее составе достигает



дорсо-латеральных ядер таламуса, в которых находится 3-й нейрон проводящего пути. Отростки нейронов этих ядер проходят в составе таламо-коркового пути (*fibrae thalamocorticales*) через заднюю треть задней ножки внутренней капсулы и оканчиваются во внутреннем зернистом слое коры постцентральной извилины (первичные корковые поля 1, 2, 3 - ядро анализатора общей чувствительности) и верхней теменной доли (вторичное корковое поле 5). От рецепторов головы импульсы передаются по тройничному нерву (см. ниже).

Поскольку латеральный спинно-таламический путь является полностью перекрещенным проводящим путем (все волокна второго нейрона переходят на противоположную сторону), при повреждении одной половины спинного мозга полностью исчезает болевая и температурная чувствительность на противоположной стороне тела ниже места повреждения.

Рис. 3. Проводящие пути температурной, болевой чувствительности, осязания и давления (Сапин М.Р., 1993, с изменениями).

Проводящий путь тактильной чувствительности, осязания и давления.

Рецепторы тактильной чувствительности заложены в коже и подкожной основе туловища, конечностей, а также тех частях шеи и головы, которые получают иннервацию от спинномозговых нервов. Импульсы передаются по чувствительным волокнам спинномозговых нервов клеткам спинномозговых ганглиев, которые представляют собой 1-й нейрон. Центральные отростки аксонов этих клеток входят в спинной мозг в составе задних корешков и оканчиваются в сером веществе заднего рога (*nucleus proprius cornu posterioris*). Расположенные здесь пучковые клетки являются 2-м нейроном, их отростки переходят в центральном промежуточном веществе спинного мозга (*substantia grisea intermedia centralis*) на противоположную сторону (перекрест) и образуют **передний спинно-таламический путь** (*tractus spinothalamicus anterior*), который поднимается в переднем канатике спинного мозга. В продолговатом мозге передний спинно-таламический путь располагается позади ядра оливы, а затем присоединяется к латеральному краю медиальной петли и в ее составе достигает дорсо-латеральных ядер таламуса, в которых находится 3-й нейрон проводящего пути. Отростки нейронов этих ядер проходят в составе таламокоркового пути (*fibrae thalamocorticales*) через заднюю треть задней ножки внутренней капсулы и оканчиваются во внутреннем зернистом слое коры постцентральной извилины (первичные корковые поля 1, 2, 3 - ядро анализатора общей чувствительности) и верхней теменной дольки (вторичное корковое поле 5). От рецепторов головы импульсы передаются по тройничному нерву (см. ниже).

Часть волокон проводящего пути тактильной чувствительности идет в составе заднего канатика спинного мозга вместе с аксонами проводящего пути проприоцептивной чувствительности. В связи с этим при поражении одной половины спинного мозга кожное чувство осязания и давления на противоположной стороне не исчезает полностью, как в случае с болевой чувствительностью, а только снижается. Необходимо отметить, что не все волокна, несущие импульсы осязания и давления, переходят на противоположную сторону в спинном мозге.

Проприоцептивные пути

Проводящие пути проприоцептивной чувствительности коркового направления.

Рецепторы заложены в подкожной основе (экстероцепторы), мышцах, сухожилиях, суставных поверхностях, связках, фасциях, надкостнице (проприоцепторы). Импульсы передаются по чувствительным волокнам спинномозговых нервов клеткам спинномозговых ганглиев, представляющим

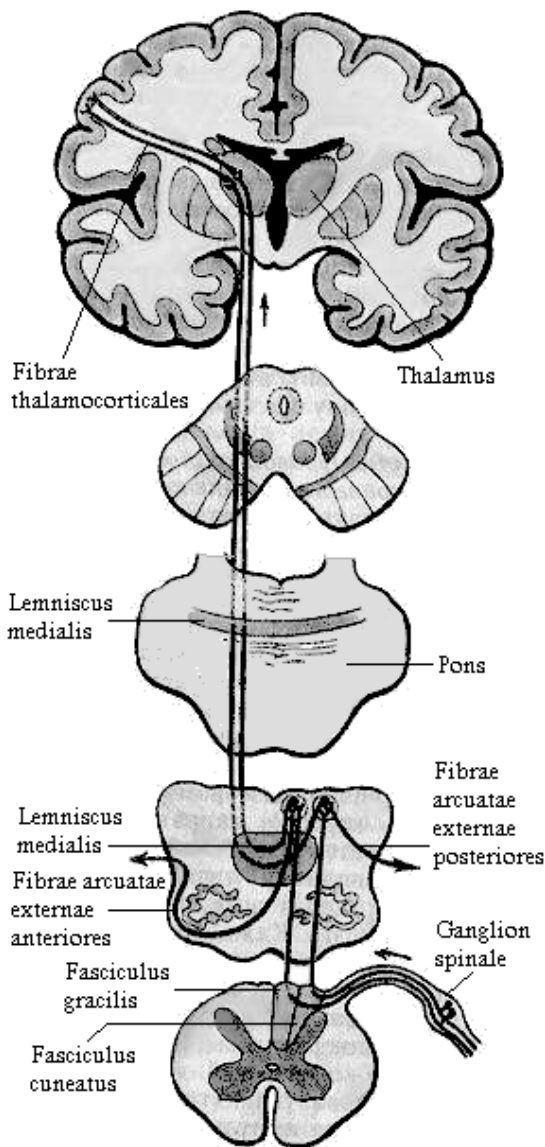


Рис. 4. Проводящие пути проприоцептивной чувствительности коркового направления (Сапин М.Р., 1993, с изменениями).

собой 1-й нейрон. Центральные отростки аксонов этих клеток вступают в спинной мозг в составе задних корешков и входят в задний канатик, образуя **тонкий пучок (Голля)** (*fasciculus gracilis*) и **клиновидный пучок (Бурдаха)** (*fasciculus cuneatus*). Аксоны входят в задний канатик, начиная с нижних сегментов спинного мозга. Каждый следующий пучок аксонов прилежит с латеральной стороны к уже имеющимся. Таким образом, наружные отделы заднего канатика (клиновидный пучок) заняты аксонами клеток, осуществляющих проприоцептивную иннервацию груди, шеи и верхних конечностей. Аксоны, занимающие внутреннюю часть заднего канатика (тонкий пучок), несут проприоцептивные импульсы от нижних конечностей и нижней половины туловища. Пучки аксонов поднимаются в продолговатый мозг и оканчиваются в тонком и клиновидном ядрах (*nucleus gracilis et nucleus cuneatus*), где заложен 2-й нейрон проводящего пути. Аксоны клеток тонкого и клиновидного ядер дугообразно изгибаются

вперед и медиально на уровне нижнего угла ромбовидной ямки и в межolivном слое переходят на противоположную сторону, образуя перекрест медиальных петель (*decussatio lemniscorum medialis*). Пучок волокон, обращенных в медиальном направлении получил название внутренних дугообразных волокон (*fibrae arcuatae internae*), которые являются началом медиальной петли (*lemniscus medialis*). Они поднимаются через покрывку моста и среднего мозга к таламусу, оканчиваясь в его дорсо-латеральных ядрах. В ядрах таламуса локализуется 3-й нейрон проводящего пути; отростки нейронов этих ядер проходят в составе таламо-коркового пути (*fibrae thalamocorticales*) через заднюю треть задней ножки внутренней капсулы и оканчиваются во внутреннем зернистом слое коры постцентральной извилины (первичные корковые поля 1, 2, 3 - ядро анализатора общей чувствительности) и верхней теменной дольки (вторичное корковое поле 5). Описанный путь связан с так называемой эпикритической чувствительностью, то есть способностью к точной локализации раздражений и их качественной и количественной оценке.

Часть волокон 2-го нейрона по выходе из тонкого и клиновидного ядер изгибается кнаружи и разделяется на два пучка. Один пучок - задние наружные дугообразные волокна (*fibrae arcuatae externae posteriores*) - направляется в нижнюю мозжечковую ножку своей стороны и заканчивается в коре червя мозжечка. Волокна другого пучка - передние наружные дугообразные волокна (*fibrae arcuatae externae anteriores*) - уходят вперед, переходят на противоположную сторону, огибают с латеральной стороны оливное ядро и также через нижнюю мозжечковую ножку направляются к коре червя мозжечка. Передние и задние наружные дугообразные волокна несут проприоцептивные импульсы к мозжечку.

Передача раздражений, приходящих по проводникам проприоцептивной и кожной чувствительности, на эфферентные пути происходит на спинномозговом и корковом уровнях. В спинном мозге импульсы переключаются с афферентных волокон задних корешков на двигательные клетки переднего рога непосредственно или через вставочные нейроны расположенные в центральном промежуточном веществе и в переднем роге. По волокнам собственных пучков (*fasciculi proprii*) происходит распространение раздражений на серое вещество других сегментов, благодаря чему ответная реакция может захватывать многие мышцы.

В коре большого мозга происходит анализ и синтез поступающих сигналов и формируются программы действий, которые передаются из заднего отдела полушария (теменные доли) в передний отдел (лобную долю), где берут начало двигательные пирамидный и экстрапирамидные пути.

Проводящие пути проприоцептивной чувствительности мозжечкового направления.

Издавна считалось, что мозжечок является одним из центров координации и синергии движений, регуляции тонуса мускулатуры, поддержания равновесия. Академик Л.А.Орбели пришел к заключению, что “мозжечок является высшим адаптационно-трофическим центром”, где происходит интеграция сомато-вегетативных функций.

В последние годы мозжечок рассматривается как своеобразная система, координирующая двигательные акты. Благодаря своим обширным связям мозжечок получает информацию от рецепторов, находящихся в мышцах, сухожилиях, суставах, а также от вестибулярного, зрительного и слухового анализаторов, от ретикулярной формации. Этот огромный приток сенсорной информации служит в конечном итоге для регуляции двигательных функций. Интегрированная информация выдается в виде эфферентных сигналов к ведущим моторным центрам спинного и головного мозга.

По-видимому, мозжечок не играет ведущей роли в организации дви-

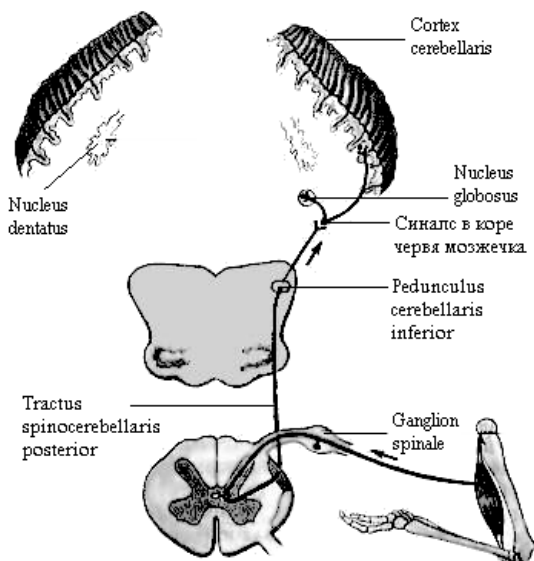


Рис. 5. Задний спинно-мозжечковый путь (Сапин М.Р., 1993, с изменениями).

гательных актов, не программирует движения, а оптимизирует программы движения по мере их осуществления. Мозжечок принимает участие в контроле движений, внося соответствующие коррективы в деятельность моторных центров головного и спинного мозга. Предполагается, что мозжечок не только регулирует активность отдельных двигательных центров, но и согласует их работу.

Из изложенного следует, что важнейшими афферентными связями мозжечка являются проприоцептивные пути от спин-

ного мозга, вестибулярных ядер, экстрапирамидной системы, двигательных центров коры полушарий головного мозга; важнейшими эфферентными связями - пути к двигательным центрам головного и спинного мозга.

Мозжечок получает информацию о состоянии и деятельности мышечно-суставной системы по нескольким каналам. Это, во-первых, прямые спинно-мозжечковые тракты, непосредственно связывающие спинной мозг с мозжечком, и, во-вторых, проводники, переключающиеся на пути к мозжечку в ядрах ствола мозга. Эти ядра именуют “предмозжечковыми”.

Проприоцепторы заложены в мышцах, сухожилиях, суставных поверхностях, суставных капсулах, связках, фасциях, надкостнице. Раздражения передаются по чувствительным волокнам спинномозговых нервов клеткам спинномозговых ганглиев (1-й нейрон) и от них по волокнам задних корешков в серое вещество спинного мозга. Отсюда берут начало два анатомически отдельных нервных пути:

А. Задний спинно-мозжечковый путь (*tractus spinocerebellaris posterior*) (пучок Флексига) начинается от клеток грудного ядра (*nucleus thoracicus*) (2-й нейрон). Волокна этого пути проходят, не образуя перекреста, по периферии бокового канатика спинного мозга, продолжают в продолговатый мозг и вступают в нижние мозжечковые ножки. Оканчивается путь в коре червя мозжечка своей стороны (*paleocerebellum*).

Б. Передний спинно-мозжечковый путь (*tractus spinocerebellaris anterior*) (пучок Говерса) берет начало от клеток промежу-

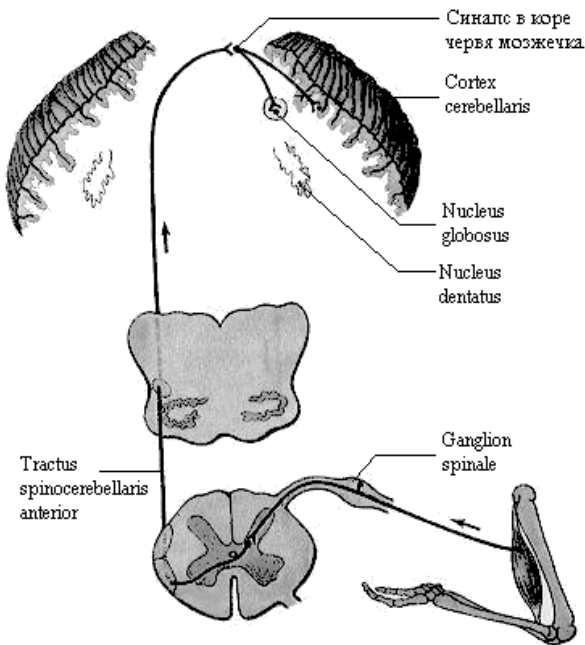


Рис. 6. Передний спинно-мозжечковый путь (Сапин М.Р., 1993, с изменениями).

точно-медиального ядра (*substantia intermedia medialis*) (2-й нейрон). Волокна пути переходят на противоположную сторону в передней белой спайке спинного мозга (первый перекрест) и по периферии бокового канатика идут в восходящем направлении, проходят через продолговатый мозг и мост и достигают среднего мозга. Затем передний спинно-мозжечковый путь проходит по верхним мозжечковым ножкам, образуя второй (частичный) перекрест в переднем мозговом парусе, и аналогично заднему пути оканчивается в коре червя мозжечка.

Структурные различия двух спинно-мозжечковых путей определяют их функциональные различия. Считается, что по заднему пути мозжечок получает информацию от мышечных и сухожильных рецепторов каждой обособленной группы мышц. По переднему пути в мозжечок поступают сигналы, по-видимому, от больших мышечных групп.

Ко второму типу связей “опорно-двигательный аппарат - спинной мозг - мозжечок”, переключающихся на ядрах ствола мозга, относятся задние наружные дугообразные волокна.

В составе нижних ножек к коре полушарий мозжечка проходят ретикулярно-мозжечковые волокна, которые замыкают спинно-ретикулярно-мозжечковые связи. Предполагается, что по ним мозжечок получает дополнительную проприоцептивную информацию о движениях, совершаемых скелетными мышцами конечностей. Кроме того, ретикулярно-мозжечковые волокна проводят сигналы от двигательной зоны коры полушарий головного мозга, то есть являются конечным отрезком корково-ретикулярно-мозжечковых связей.

Следующий “вход” афферентных сигналов в мозжечок - оливо-мозжечковый путь, вступающий по нижним мозжечковым ножкам, подвергающийся перекресту и заканчивающийся на клетках Пуркинье коры мозжечка. Оливное ядро рассматривают как одно из важнейших “предмозжечковых” ядер. Считается, что через оливное ядро и оливо-мозжечковый путь мозжечок получает сигналы от коры полушарий, экстрапирамидной системы и проприоцептивную информацию от сегментарного аппарата спинного мозга.

По проводящим путям, идущим от вестибулярных ядер (преддверно-мозжечковые волокна) через нижние ножки мозжечка к наиболее древней его части, “флокуло-нодулярной системе”, мозжечок получает информацию от рецепторов лабиринта, то есть информацию о силах ускорения, о положении головы в пространстве.

Главные связи коры больших полушарий с мозжечком осуществляются через собственные ядра моста. К ним от коры всех долей полушарий направляются корково-мостовые пути. Кроме того, от пирамидных путей, проходящих в основании моста между его собственными ядрами, ответвляются коллатерали к клеткам ядер. Аксоны клеток собственных ядер моста под-

вергаются перекресту и образуют мосто-мозжечковый тракт, который анатомически представлен средними мозжечковыми ножками, его волокна заканчиваются на клетках коры полушарий мозжечка.

Получив по своим афферентным путям информацию о состоянии и тоне мышц, о положении частей тела, о действии ряда факторов внешней среды, а также о предполагаемом двигательном акте, мозжечок перерабатывает ее и соответственно корректирует намечающееся движение так, чтобы сформировался оптимальный, максимально координированный двигательный акт. Подобная координация достигается благодаря сигналам, следующим от мозжечка по его эфферентным связям к двигательным центрам головного и спинного мозга.

Основным интегративными структурами мозжечка являются грушевидные нейроны (клетки Пуркинье), которые дают начало эфферентным волокнам коры мозжечка и условно принимаются за 3-й нейрон мозжечковых проводящих путей. Аксоны грушевидных нейронов идут к ядрам мозжечка, где заложен 4-й нейрон мозжечковых путей. От ядра шатра начинается проекционный эфферентный мозжечково-ядерный путь, волокна этого пути проходят в нижней мозжечковой ножке и оканчиваются в двигательных ядрах черепных нервов и ядрах ретикулярной формации.

Наиболее важные эфферентные пути мозжечка берут начало от зубчатого ядра. Зубчато-красноядерный путь (*tractus dentatorubralis*) проходит в верхней мозжечковой ножке и, перекрещиваясь, оканчивается в красном ядре, откуда берет начало красноядерно-спинномозговой путь, являющийся, наряду с ретикулярно-спинномозговым путем, главным нисходящим путем экстрапирамидной системы (ход этих путей описан в разделе, посвященном экстрапирамидным путям). Оканчиваются эти пути на двигательных клетках спинного мозга. Таким образом, афферентные и эфферентные мозжечковые пути обеспечивают регуляцию движений на уровне стволовой части головного мозга.

Передача нервных импульсов из мозжечка в вышележащие этажи мозга осуществляется по зубчато-таламическому пути (*tractus dentatotalamicus*), который, как и зубчато-красноядерный путь, начинается в зубчатом ядре, где локализуется 4-й нейрон. Мозжечково-таламический путь проходит в верхних мозжечковых ножках, перекрещивается в покрывке среднего мозга (*decussatio pedunculorum cerebellarium superiorum*) и подходит к ниже-латеральным и центральному ядрам таламуса (5-й нейрон). Из нижних ядер импульсы передаются по таламо-корковому пути в кору предцентральной извилины, где берет начало пирамидный путь.

Центральное ядро таламуса передает импульсы, приходящие из мозжечка, полосатому телу, относящемуся к экстрапирамидной системе. Таким образом, за счет зубчато-таламического, таламо-коркового и тала-

мо-стриального путей передаются корректирующие влияния мозжечка на двигательные пирамидную и экстрапирамидную системы.

Кроме того, мозжечок посылает свои эффекторные импульсы к сегментарному аппарату спинного мозга через вестибулярные ядра, а также через ретикулярную формацию, соответственно, по преддверно-спинно-мозговому и ретикулярно-спинномозговому путям. Они вместе с красно-ядерно-спинномозговым трактом образуют нисходящие связи мозжечка.

Некоторые закономерности строения афферентных проекционных проводящих путей.

1. Начало каждого пути представлено рецепторами, заложенными в коже, подкожной ткани или глубоких частях тела.
2. Первый нейрон у всех афферентных путей находится вне центральной нервной системы, в спинномозговых ганглиях.
3. Второй нейрон локализуется в ядрах спинного или продолговатого мозга.
4. Все восходящие пути проходят в покрывке мозгового ствола.
5. Третий нейрон у путей, направляющихся в кору полушарий большого мозга, располагается в ядрах таламуса, а у мозжечковых путей - в коре мозжечка.
6. Пути, приносящие импульсы в кору большого мозга, имеют один перекрест, совершаемый отростками 2-го нейрона; благодаря этому каждая половина тела проецируется на противоположное полушарие большого мозга.
7. Мозжечковые пути или не имеют ни одного перекреста, или перекрещиваются дважды, так что каждая половина тела проецируется на кору одноименной половины мозжечка.
8. Пути, соединяющие мозжечок с корой полушарий большого мозга, являются перекрещенными.

Эфферентные проводящие пути.

Нисходящие проекционные проводящие пути (эффektorные, эфферентные) проводят импульсы от коры, подкорковых центров к нижележащим отделам, к ядрам мозгового ствола и двигательным ядрам спинного мозга. Эти пути подразделяются на 2 группы: 1) пирамидный путь и 2) экстрапирамидные пути.

Пирамидный путь

Пирамидный путь (*tractus pyramidalis*) связывает нейроны двигательной области коры непосредственно с двигательными ядрами спинного

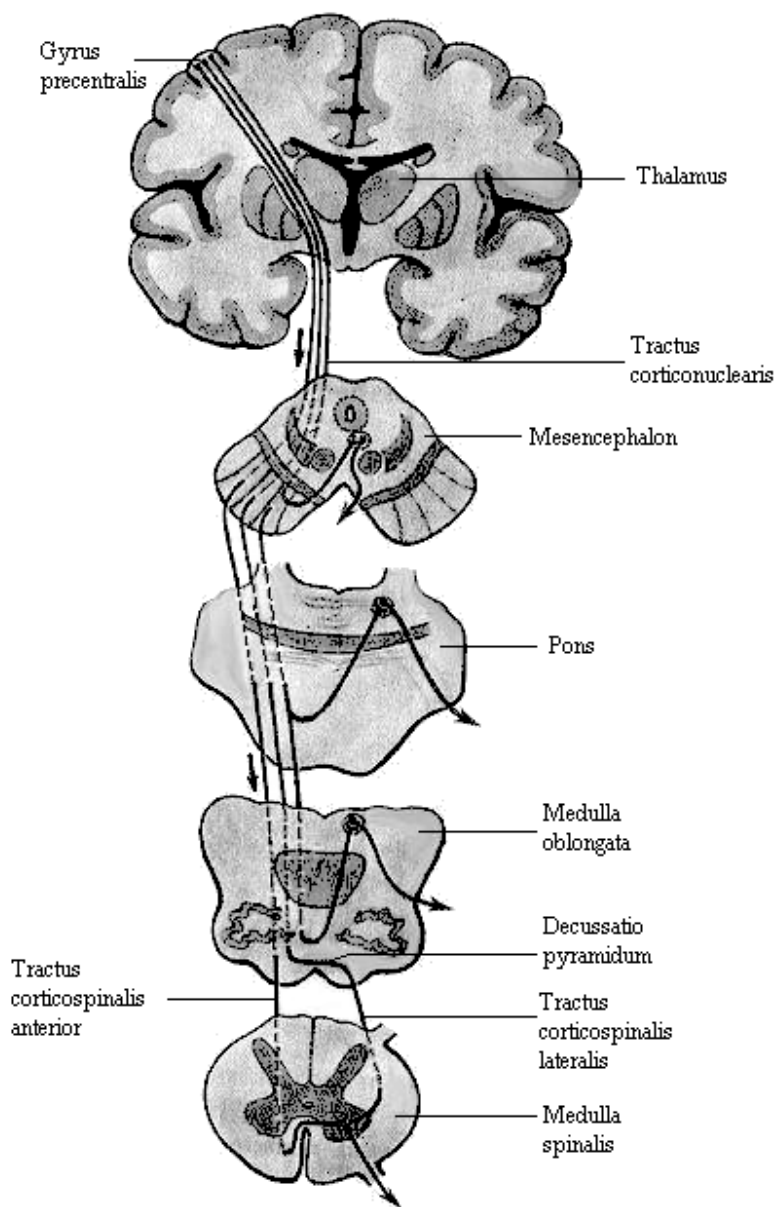


Рис. 7. Пирамидный путь (Сапин М.Р., 1993, с изменениями).

мозга и черепных нервов. Началом пути являются большие пирамидные нейроны (клетки Беца) (1-й нейрон), расположенные во внутреннем пирамидном слое коры предцентральной извилины (первичное корковое поле 4).

Пирамидный путь подразделяется на **корково-спинномозговой** (*fibrae corticospinales*) и **корково-ядерный** (*fibrae corticonucleares*). Последний будет рассмотрен при описании проводящих путей черепных нервов.

Корково-спинномозговой путь составлен аксонами больших пирамидных нейронов, расположенных в верхней и средней третях предцентральной извилины. Они проходят через передний отдел задней ножки внутренней капсулы, среднюю часть основания ножки большого мозга, основание моста и пирамиду продолговатого мозга. На границе со спинным мозгом происходит неполный перекрест корково-спинномозгового пути (*decussatio pyramidum*). Большая часть волокон, перейдя на противоположную сторону, образует **латеральный корково-спинномозговой путь** (*tractus corticospinalis lateralis*), остальные идут в составе **переднего корково-спинномозгового пути** (*tractus corticospinalis anterior*) своей стороны и перекрещиваются в спинном мозге посегментно, проходя через белую спайку. Они преимущественно оканчиваются в промежуточном сером веществе, образуя синапсы со вставочными нейронами (2-й нейрон), которые передают импульсы мотонейронам ядер переднего рога (3-й нейрон). Аксоны двигательных клеток передних рогов выходят из спинного мозга в передних корешках и затем идут в составе спинномозговых нервов к скелетным мышцам, обеспечивая их двигательную иннервацию.

Через вставочный нейрон осуществляется связь клеток коры полужарий мозга с мотонейронами, иннервирующими мускулатуру шеи, туловища и проксимальных отделов конечностей. Волокна латерального пирамидного пути заканчиваются в своем большинстве на вставочных нейронах спинного мозга.

Мотонейроны спинного мозга, иннервирующие мышцы предплечья и кисти, имеют непосредственные связи с клетками коры. На них (а не на вставочных нейронах) заканчиваются корково-спинномозговые волокна, проходящие главным образом в составе переднего пирамидного тракта. Этим достигается прямая, более совершенная корковая регуляция мышц, которые характеризуются очень точными, строго дифференцированными движениями.

Пирамидный путь главным образом передает мышцам сигналы произвольных движений, регулируемых корой большого мозга. При его перерыве наступает паралич мышц своей или противоположной стороны в зависимости от уровня повреждения. Особенно сильно страдают при поражениях пирамидных путей тонко дифференцированные движения верх-

них конечностей, мускулатура которых имеет перекрестную иннервацию. Мышцы нижних конечностей и особенно мышцы туловища иннервируются наряду с перекрещенными, также и неперекрещенными корково-спинномозговыми волокнами, поэтому их функция нарушается в меньшей степени.

Однако пирамидный путь связывает кору не только с двигательными нейронами спинного мозга, но и с другими структурами головного и спинного мозга. Его волокна или их коллатерали оканчиваются на клетках красного ядра, собственных ядрах моста, на клетках ретикулярной формации ствола мозга.

Экстрапирамидные пути.

Экстрапирамидная система представлена многозвенными нисходящими путями, посредством которых осуществляется регуляция произвольных движений, автоматических двигательных актов, мышечного тонуса, а также движений, выражающих эмоции (улыбка, смех, плач и т. п.).

Нейроны внутреннего пирамидного слоя коры лобной доли (поле 6) (1-й нейрон) посылают корково-стриальные волокна в новую часть полосатого тела, представленную хвостатым ядром и скорлупой. Здесь локализуется 2-й нейрон

экстрапирамидных путей, отростки которого идут в древнюю часть полосатого тела - бледный шар (стриато-паллидарные волокна). Нервные клетки бледного шара представляют собой 3-й нейрон, их аксоны идут в составе чечевицеобразной петли (*ansa lenticularis*) к различным ядрам мозгового ствола - субталамическому ядру, черному веществу, ядрам верхних холмиков, красному ядру, латеральному

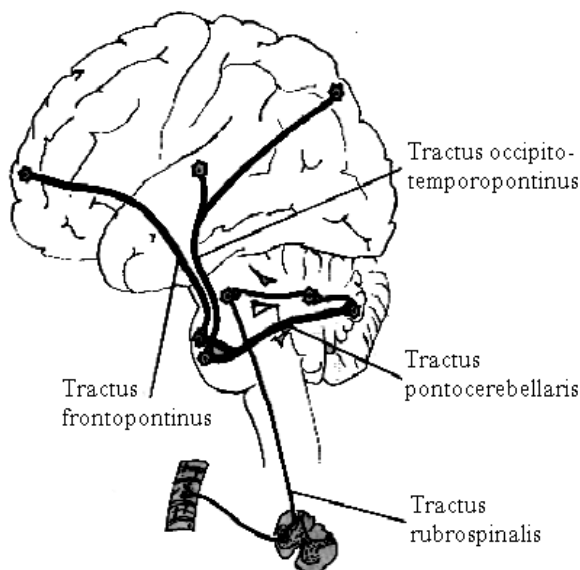


Рис. 9. Корково-мосто-мозжечково-спинномозговые пути.

преддверному ядру, оливному ядру, ретикулярным ядрам. В названных ядрах заложен 4-й нейрон, который дает начало нисходящим путям, передающим сигналы двигательным ядрам черепных нервов и спинного мозга: **покрышечно-спинномозговому** (*tractus tectospinalis*), **красноядерно-спинномозговому** (*tractus rubrospinalis*), **преддверно-спинномозговому** (*tractus vestibulospinalis*), **оливо-спинномозговому** (*tractus olivospinalis*), **ретикулярно-спинномозговому** (*fasciculi reticulospinales*). Наиболее хорошо развиты у человека красноядерно-спинномозговой и ретикулярно-спинномозговой пути, остальные представлены немногочисленными волокнами и прослеживаются обычно лишь в шейных сегментах спинного мозга. Двигательные клетки ядер черепных нервов и передних рогов спинного мозга образуют 5-й нейрон экстрапирамидных путей, посылающий импульсы скелетным мышцам.

К экстрапирамидным путям относят также систему волокон, связывающих кору большого мозга с мозжечком. Эта система состоит из двух звеньев. Первым являются корково-мостовые пути (*tractus corticopontini*). Начало им дают клетки внутреннего пирамидного слоя вторичных корковых полей лобной (поля 6 и 8), теменной, затылочной, височной долей; соответственно этому различают лобно-, теменно-, затылочно- и височно-мостовой пути. Все они проходят через переднюю ножку внутренней капсулы, основание ножки большого мозга (ее медиальный и латеральный отделы) и оканчиваются в собственных ядрах моста, где заложен 2-й нейрон (*nuclei pontis*). Аксоны клеток, образующих ядра моста, по средним мозжечковым ножкам в составе *tractus pontocerebellaris* переходят на противоположную сторону (1-й перекрест) и заканчиваются в коре полушарий мозжечка (новый мозжечок). Грушевидные клетки коры мозжечка принимаются за 3-й нейрон. Посылаемые ими импульсы поступают в зубчатое ядро (4-й нейрон). Отсюда происходит передача импульсов по **зубчато-красноядерному пути** (*tractus dentatorubralis*) через верхние мозжечковые ножки к красному ядру (5-й нейрон). В покрышке среднего мозга происходит 2-й перекрест (*decussatio pedunculorum cerebellarium superiorum*). От красного ядра начинается **красноядерно-спинномозговой путь** (*tractus rubrospinalis*), который после перекреста (*decussatio ventralis tegmenti*) идет к ядрам передних рогов спинного мозга и двигательным ядрам черепных нервов (6-й нейрон). Отсюда в составе спинномозговых и черепных нервов импульсы поступают в мускулатуру.

Посредством корково-мостового и мосто-мозжечкового путей и восходящих эфферентных путей мозжечка осуществляется кольцевое взаимодействие между корой большого мозга и мозжечка, необходимое для регуляции и координирования различных двигательных актов. Мозжечок получает из коры большого мозга как бы копии команд, посылаемых по пирамидным и экстрапирамидным путям, сопоставляет их с сигнализаци-

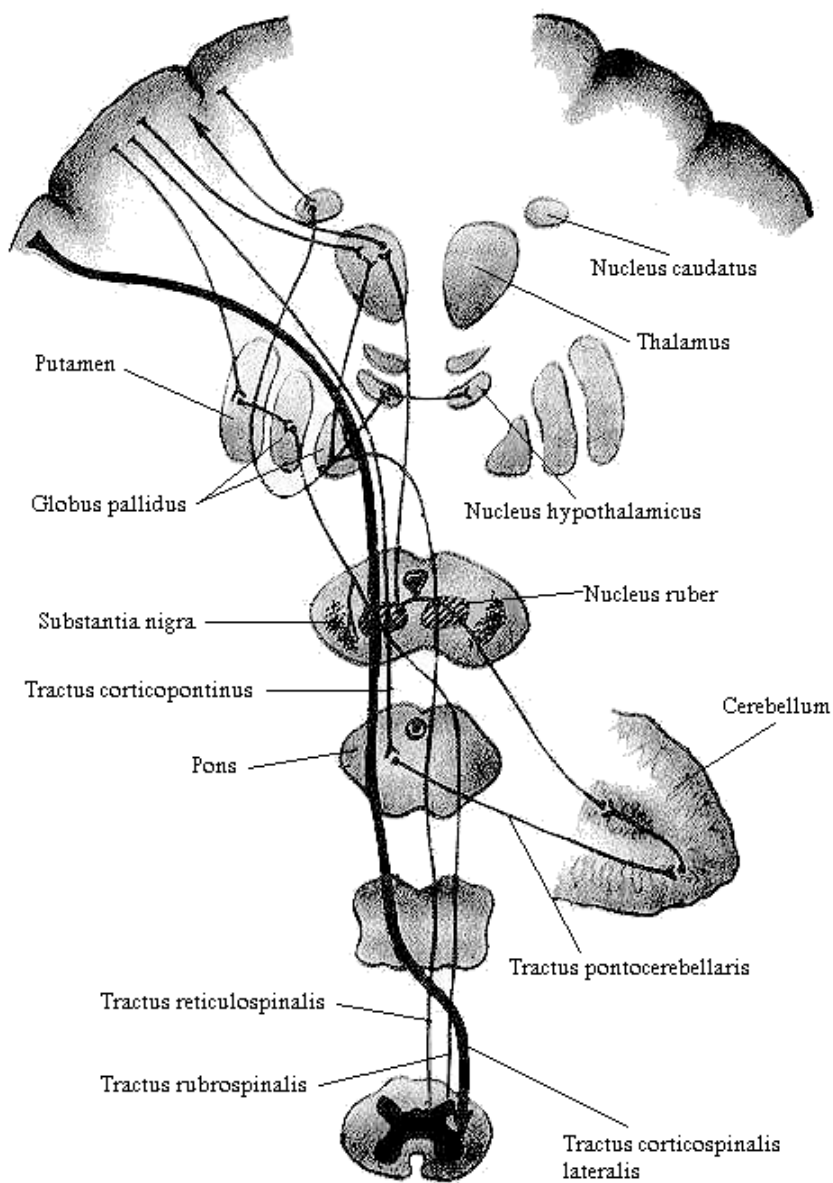


Рис. 8. Экстрапирамидные пути (Ромоданов А.П., Мосийчук Н.М., Холопченко Э.И., 1987, с изменениями).

ей, поступающей от проприоцепторов и вестибулярного аппарата, и направляет переработанную информацию высшим двигательным центрам коры.

Некоторые закономерности строения эфферентных проекционных проводящих путей.

1. Первый нейрон всех эфферентных путей локализуется в коре большого мозга.
2. Эфферентные проекционные пути занимают переднюю ножку, колена и переднюю часть задней ножки внутренней капсулы, проходят в основании ножек мозга и моста.
3. Все эфферентные пути заканчиваются в ядрах двигательных черепных нервов и в передних рогах спинного мозга, где располагается последний, двигательный нейрон.
4. Эфферентные пути образуют полный или частичный перекрест, вследствие чего импульсы из коры полушария большого мозга передаются мышцам противоположной половины тела.

ПРОВОДЯЩИЕ ПУТИ ЧЕРЕПНЫХ НЕРВОВ

Все черепные нервы обладают собственными проекционными нервными путями, которые с точки зрения их устройства делятся на две группы. Первую группу составляют пути нервов глазных мышц (III, IV, VI), нервов жабрных дуг (V, VII, IX, X, XI) и подъязычного нерва (XII пара), которые принципиально сходны с афферентными и эфферентными нервными путями, рассмотренными в предыдущем разделе. Во вторую группу входят проводящие пути нервов, передающих импульсы от специфических органов чувств - обонятельного, зрительного, преддверно-улиткового; они существенно отличаются от путей других черепных нервов, особенно это относится к зрительному и обонятельному путям, поскольку соответствующие нервы представляют выросты переднего мозга.

Афферентные пути черепных нервов

1. **Афферентный путь тройничного нерва** начинается от экстероцепторов, расположенных в коже и слизистых оболочках головы (областях иннервации тройничного нерва), и проприоцепторов мимических и жевательных мышц. Импульсы передаются по чувствительным волокнам нерва клеткам тройничного ганглия (*ganglion trigeminale*) (1-й нейрон) и по чувствительному корешку поступают в мозговой ствол, в котором идут как в восходящем, так и в нисходящем направлениях. Восходящие волокна проводят проприоцептивные и тактильные раздражения (эпикритичес-

кая чувствительность) к мостовому ядру тройничного нерва (*nucleus pontinus nervi trigemini*) (2-й нейрон); нисходящие волокна являются проводниками болевых и температурных раздражений (протопатическая чувствительность). Они оканчиваются в спинномозговом ядре тройничного нерва (2-й нейрон). Из мостового ядра начинается тройничная петля (*lemniscus trigeminalis*), волокна которой перекрещиваются и поднимаются в средний мозг, где присоединяются к медиальной петле и вместе с ней достигают ниже-латеральных ядер таламуса - подкорковый центр (3-й нейрон), а от них раздражения по таламо-корковому пути идут в кору нижней трети постцентральной извилины.

Волокна, начинающиеся в спинномозговом ядре тройничного нерва, частично оканчиваются в ретикулярной формации продолговатого мозга, частично примыкают к спинно-таламическому пути и вместе с ним идут к ядрам таламуса - подкорковый центр (3-й нейрон), откуда раздражения направляются в кору постцентральной извилины.

2. Афферентный путь языкоглоточного и блуждающего нервов берет начало от рецепторов слизистых оболочек пищеварительных и дыхательных органов, иннервируемых данными нервами. Раздражения поступают в ганглии IX и X нервов (*ganglia superius et inferius*), в которых локализуется 1-й нейрон, и по центральным отросткам аксонов передаются в мозговой ствол чувствительным ядрам обоих нервов (*nucleus solitarius*) (2-й нейрон). Дальнейший ход импульсов аналогичен таковому из ядра спинномозгового пути тройничного нерва.

Эфферентные пути черепных нервов

1. Корково-ядерный путь, как было указано выше, представляет часть пирамидного пути. 1-й нейрон представлен большими пирамидными нейронами, расположенными в коре нижней части предцентральной извилины (первичное корковое поле 4). Корково-ядерный путь проходит через колено внутренней капсулы, основание ножки большого мозга и основание моста. Здесь волокна пути перекрещиваются и подходят к двигательным ядрам III, IV, V, VI, VII, IX, X, XI, XII черепных нервов. Заложены в этих ядрах двигательные клетки (2-й нейрон) посылают импульсы мышцам головы и шеи. Корково-ядерный путь передает сигналы произвольных движений, при его поражении наступают параличи мышц на стороне, противоположной месту поражения.

2. Экстрапирамидные пути к ядрам черепных нервов описаны выше. Особенностью двигательных ядер черепных нервов является хорошо развитая связь их с ретикулярной формацией мозгового ствола, которая играет большую роль в регуляции двигательных реакций, осуществляемых этими нервами.

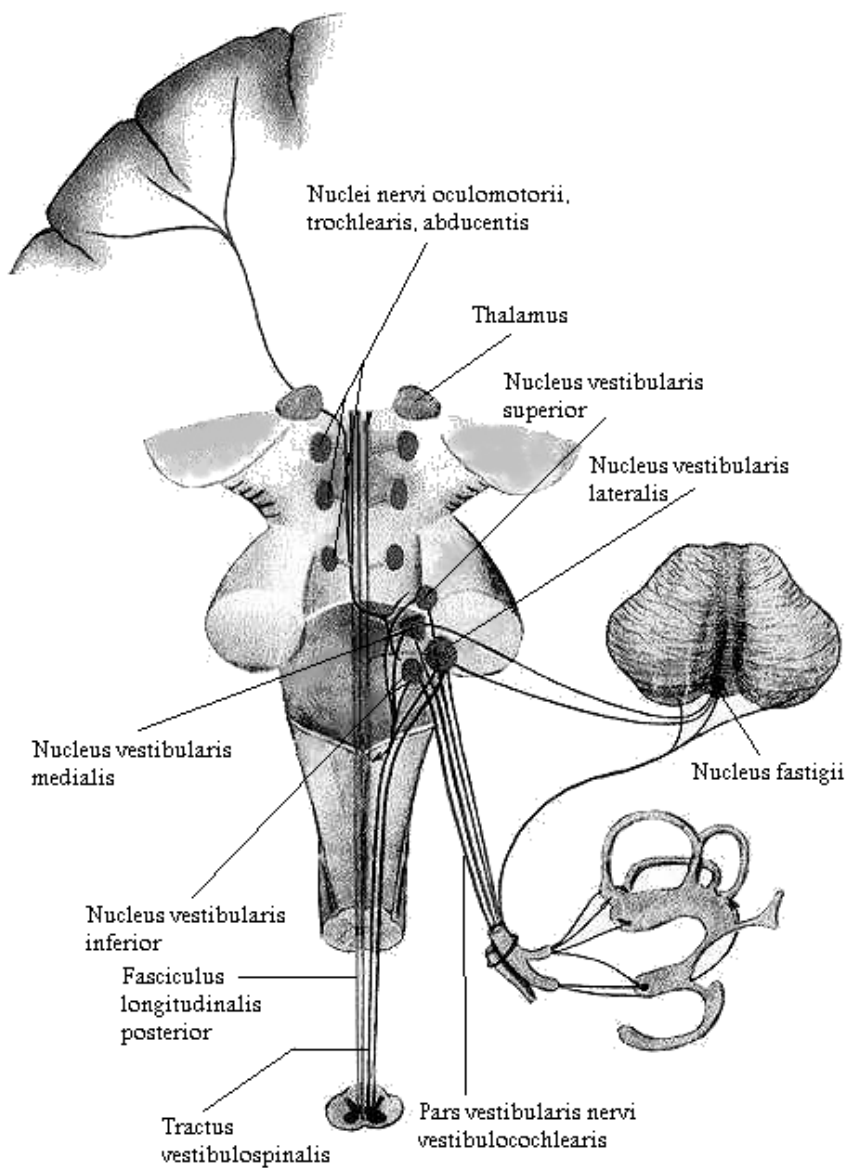


Рис. 10. Вестибулярный проводящий путь (Ромоданов А.П., Мосийчук Н.М., Холопченко Э.И., 1987, с изменениями).

ПРОВОДЯЩИЕ ПУТИ ОТ ОРГАНОВ ЧУВСТВ

Вестибулярный путь.

Проводящий путь преддверного нерва состоит из проводников, передающих сигналы от статорецепторов внутреннего уха. Рецепторные клетки располагаются в пятнах эллиптического и сферического мешочков и ампулярных гребешках полукружных протоков перепончатого лабиринта. Раздражителями для них служат действие силы тяжести и перемещения эндолимфы, происходящие при движениях головы. Раздражения передаются по волокнам преддверного нерва клеткам одноименного ганглия (*ganglion vestibulare*) (1-й нейрон) и по центральным отросткам их аксонов преддверным ядрам, заложенным в мосте и проецирующимся в латеральной части ромбовидной ямки. В *nucleus vestibularis medialis* (ядре Швальбе), *nucleus vestibularis lateralis* (ядре Дейтерса), *nucleus vestibularis superior* (ядре Бехтерева), *nucleus vestibularis inferior* (ядре Роллера) локализуется 2-й нейрон. Отсюда импульсы идут по нескольким направлениям. Главным является преддверно-мозжечковый путь, волокна которого проходят по нижней мозжечковой ножке и оканчиваются в коре червя мозжечка (узелке и клочке, представляющих древний мозжечок). Грушевидные нейроны коры мозжечка (3-й нейрон) передают сигналы зубчатому ядру и ядру шатра, где локализуется 4-й нейрон. От ядра шатра берут начало мозжечково-преддверные волокна (*tractus cerebellovestibularis*), которые проходят в составе мозжечково-ядерного пути по нижней мозжечковой ножке и заканчиваются в латеральном преддверном ядре, переключаящем импульсы на преддверно-спинномозговой путь, идущий в боковых канатиках спинного мозга. Кольцевая связь между мозжечком и преддверными ядрами обеспечивает постоянное взаимодействие их в осуществлении рефлекторных реакций на раздражение вестибулярного аппарата.

Зубчатое ядро дает начало описанным выше зубчато-красноядерному и зубчато-таламическому путям, посредством которых происходит передача импульсов в ядра экстрапирамидной системы. В таламусе находится 6-й нейрон (см. мозжечковые пути).

Часть волокон из преддверных ядер вступает в медиальный продольный пучок и в его составе достигает ядер III, IV и VI черепных нервов. Этим путем устанавливается прямая связь между вестибулярным аппаратом и мышцами глазных яблок. **Медиальный продольный пучок** (задний продольный пучок) является системой восходящих и нисходящих волокон, связывающих между собой, во-первых, собственные ядра продольного пучка, ядра глазодвигательных нервов (III, IV, VI), преддверные ядра, некоторые ядра ретикулярной формации и, во-вторых, перечисленные ядра с мотонейронами спинного мозга. Медиальный продольный пучок пред-

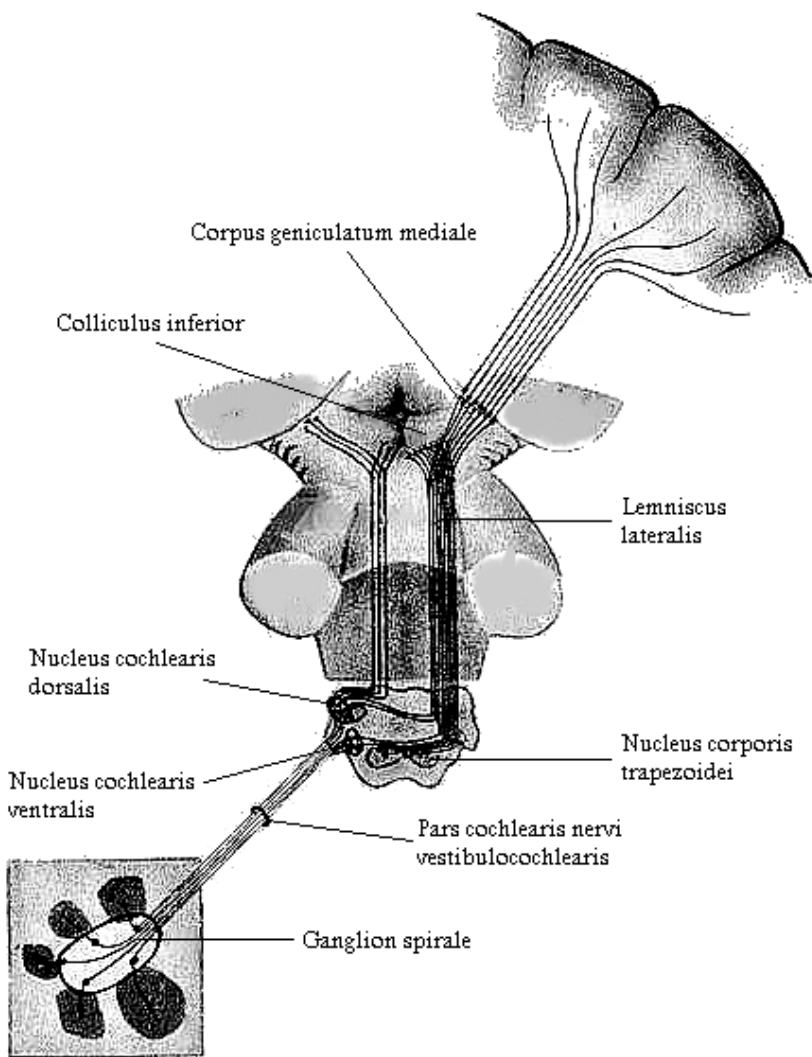


Рис. 11. Слуховой проводящий путь (Ромоданов А.П., Мосийчук Н.М., Холоченко Э.И., 1987, с изменениями).

ставляет собой образование со сложной структурой и разнообразными функциями. Пучок, в частности, является второй (наряду с преддверно-спинномозговым путем) “линией связи” вестибулярных ядер со спинным мозгом.

Преддверные ядра связаны также с ретикулярной формацией. Как известно, в ретикулярной формации моста и продолговатого мозга располагаются сосудодвигательный и дыхательный центры, ядра блуждающего нерва. Эти связи обуславливают ряд рефлекторных проявлений (сосудистые расстройства, нарушения дыхания, вегетативные реакции, рвота и др.), которые наблюдаются при сильных раздражениях вестибулярного аппарата.

Пути проведения раздражений из вестибулярного аппарата в кору большого мозга изучены недостаточно. Наличие прямого пути от преддверных ядер к таламусу и далее в кору не доказано. Принято считать, что сигналы из вестибулярного аппарата передаются в кору через мозжечок по зубчато-таламическому пути, затем таламо-корковому пути. Корковый конец анализатора находится в верхней и средней височной извилинах или нижней теменной дольке, при раздражении которых у больных нарушается чувство равновесия; по другим данным, он рассеян по всей коре полушарий головного мозга.

Слуховой путь.

Слуховой путь проводит раздражения от рецепторов, расположенных в спиральном (кортиево) органе улитки внутреннего уха. Нервные импульсы приходят в спиральный ганглий слухового нерва, клетки которого являются 1-м нейроном; по их центростремительным отросткам, образующим улитковую часть VIII пары черепных нервов, раздражения передаются переднему (вентральному) и заднему (дорсальному) улитковым ядрам, находящимся в мосте и проецирующимся на *area vestibularis* ромбовидной ямки. Здесь локализуется 2-й нейрон проводящего пути. Аксоны клеток улитковых ядер образуют на границе основания и покрывки моста слой волокон, называемый трапециевидным телом (1-й перекрест). Последнее включает не только пучки перекрещивающихся волокон, и большое количество нервных клеток (различают переднее и заднее ядра трапециевидного тела (*nuclei anterior et posterior corporis trapezoides*)), на которых происходит переключение многих нервных слуховых волокон (3-й нейрон).

После перекреста слуховые пути образуют латеральную, или слуховую, петлю (*lemniscus lateralis*). Большинство волокон латеральной петли контрлатеральные, то есть перекрещенные, однако в ней содержится значительное число волокон ипсилатеральной стороны, то есть не подверг-

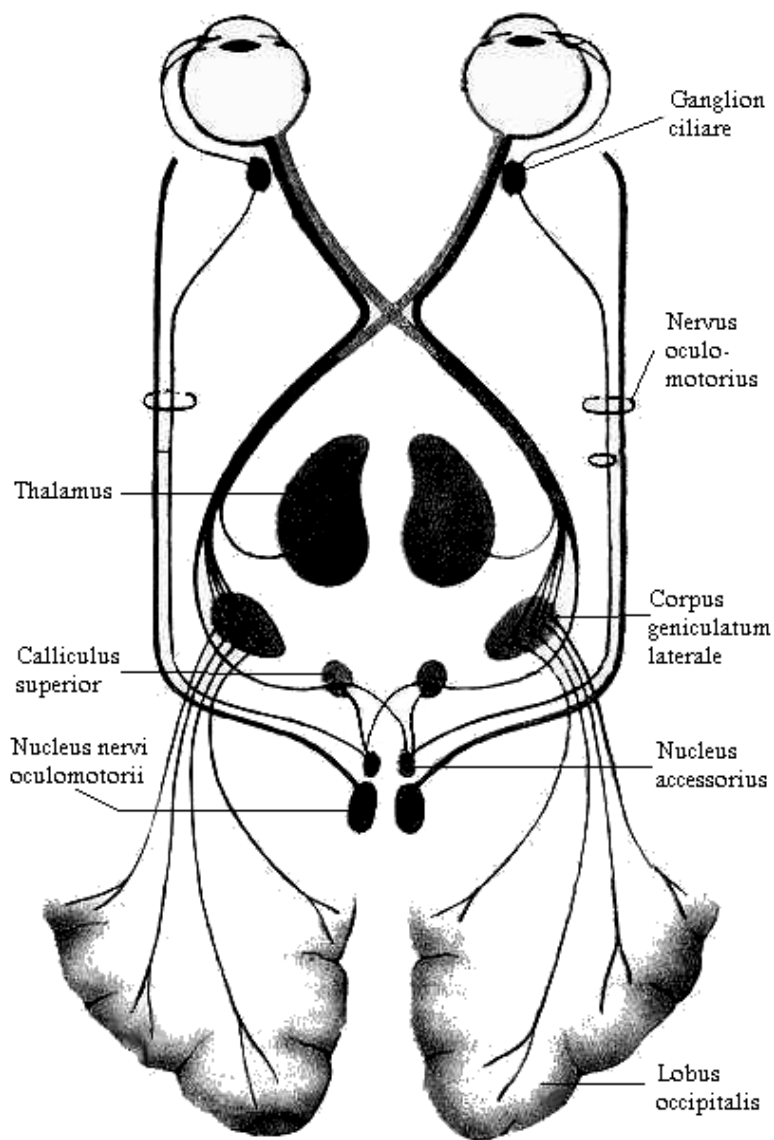


Рис. 12. Зрительный проводящий путь и его связь с глазодвигательным нервом (Ромоданов А.П., Мосийчук Н.М., Холопченко Э.И., 1987, с изменениями).

шихся перекресту. Латеральная петля так же, как и трапециевидное тело, содержит не только проводники, но и нервные клетки (ядро латеральной петли), на которых прерываются слуховые волокна (3-й нейрон). От трапециевидного тела и латеральной петли отходит много боковых ответвлений, вступающих в контакт с ядрами ретикулярной формации моста и среднего мозга.

Латеральная петля идет в средний и промежуточный мозг к ядрам нижних холмиков и медиального коленчатого тела. В этих ядрах заложен 4-й нейрон слухового пути. Медиальное коленчатое тело проецирует слуховые раздражения на кору большого мозга. Выходящие из него волокна образуют слуховую лучистость и проходят через внутреннюю капсулу позади чечевицеобразного ядра в височную долю. Местом окончания этих волокон является внутренний зернистый слой коры поперечных височных извилин (первичные поля 41 и 42).

Ядра нижних холмиков передают слуховые раздражения в серое вещество верхнего холмика и медиального коленчатого тела своей стороны, а также к нижнему холмику противоположной стороны. По-видимому, нижние холмики играют главную роль в двигательнo-слуховых рефлексах. От крыши среднего мозга берет начало нисходящий покрышечно-спинномозговой путь, через который осуществляется реакция мускулатуры, в частности, так называемый “старт-рефлекс”, в ответ и на зрительные, и на звуковые раздражения.

Зрительный путь.

Зрительные пути осуществляют проведение нервных импульсов от фоторецепторных клеток сетчатки (палочковидных и колбочковидных нейросенсорных эпителиоцитов), периферические отростки которых имеют форму палочек (рецепторы сумеречного света) и колбочек (рецепторы цвета). Фоторецепторные клетки представляют собой 1-й нейрон зрительного пути, нервные импульсы передаются от них через биполярные нервные клетки (2-й нейрон) мультиполярным нервным клеткам сетчатки (3-й нейрон). Аксоны мультиполярных клеток образуют зрительный нерв, который входит в полость черепа и образует с нервом другой стороны зрительный перекрест (*chiasma opticus*). Волокна от медиальных (назальных) половин сетчаток переходят на противоположную сторону, а волокна от латеральных (темпоральных) половин сетчаток не перекрещиваются. Образующийся после перекреста зрительный тракт содержит, таким образом, волокна от правых или от левых половин обеих сетчаток. Волокна зрительного тракта оканчиваются в трех подкорковых зрительных центрах: в подушке таламуса, в латеральном коленчатом теле и в верхних

холмиках, которые являются местом нахождения 4-го нейрона проводящего пути.

Подушка таламуса играет, по-видимому, две роли. Во-первых, от нее идут восходящие пути к коре больших полушарий. Во-вторых, подушка таламуса, по всей вероятности, организует эмоциональные реакции организма в ответ на зрительные раздражения.

Из латерального коленчатого тела зрительные раздражения проецируются на кору большого мозга. Аксоны его клеток образуют зрительную лучистость, проходящую через участок внутренней капсулы, расположенный ниже чечевицеобразного ядра, в затылочную долю полушария. Зрительная лучистость оканчивается во внутреннем зернистом слое коры на медиальной поверхности затылочной доли выше и ниже шпорной борозды (первичное зрительное поле 17) и в окружающих его участках (вторичные корковые поля 18 и 19). В первичном зрительном поле выше шпорной борозды находится проекция верхних частей сетчаток, ниже борозды проецируются нижние части сетчаток.

В сером слое верхних холмиков происходит переключение зрительных импульсов на покрывочно-спинномозговой путь, передающий исполнительным центрам (ядра передних рогов спинного мозга, двигательные ядра черепных нервов) сигналы рефлекторных реакций на зрительные раздражения. Этот путь имеет перекрест - *decussatio dorsalis tegmenti*. Из верхних холмиков происходит передача раздражений, приходящих по зрительному тракту, добавочному (парасимпатическому) ядру глазодвигательного нерва (ядру Якубовича) (5-й нейрон проводящего пути). Отсюда путь идет к *ganglion ciliare* (6-й нейрон) и от него к мышцам: *musculus ciliaris*, *musculus sphincter pupillae*. За счет этой связи замыкается дуга зрачкового рефлекса, выражающегося в суживании зрачка в ответ на световое раздражение, и дуга аккомодационного рефлекса.

От верхних холмиков нервные связи также следуют через ретикулярную формацию к симпатическим центрам спинного мозга (C8-Th2), которые через верхний шейный симпатический ганглий обеспечивают иннервацию другой мышцы - *musculus dilatator pupillae*.

Кроме того, в составе медиального продольного пучка от верхних холмиков тянутся нервные связи к мотонейронам спинного мозга, иннервирующим шейные мышцы, приводящие в движение голову.

Обонятельный путь.

Обонятельные пути берут начало от рецепторных обонятельных клеток, расположенных в слизистой оболочке, покрывающей верхнюю носовую раковину (обонятельная область). Центральные отростки обонятельных клеток (1-й нейрон) образуют обонятельные нервы числом 15-20 (*nervi*

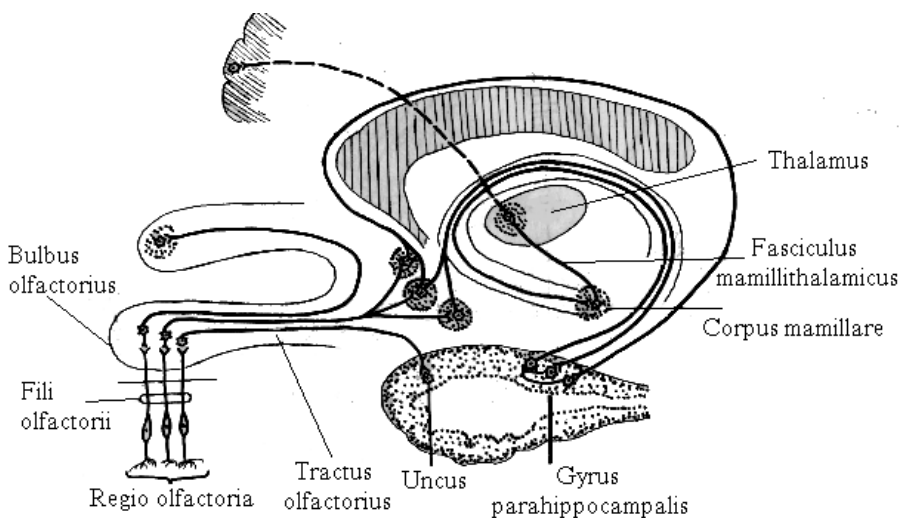


Рис. 13. Обонятельный проводящий путь (Гайворонский И.В., 1995, с изменениями).

olfactorii), которые проходят через решетчатую пластинку в полость черепа и контактируют с отростками митральных нервных клеток обонятельной луковицы (2-й нейрон). Аксоны митральных клеток проходят по обонятельному тракту и обонятельным полоскам к первичным корковым и подкорковым обонятельным центрам (3-й нейрон).

Первичными корковыми центрами обоняния являются обонятельный треугольник, переднее продырявленное вещество, прозрачная перегородка, кора подмозолистой извилины. Подкорковые обонятельные центры представлены ядрами поводков, ядрами сосцевидных тел и миндалевидным телом. От первичных корковых центров, расположенных в участках старой и древней коры, раздражения передаются вторичному корковому обонятельному полю, занимающему передний отдел парагиппокампальной извилины - крючок (*uncus*) (поле 28). Отсюда происходит передача нервных импульсов по своду ядрам сосцевидных тел, которые дают начало **сосцевидно-таламическому и сосцевидно-покрышечному путям** (*tractus mamillothalamicus et mamillogementalis*). Сосцевидно-таламический путь оканчивается в передних ядрах таламуса. Из этих ядер обонятельные импульсы могут передаваться по таламо-корковому пути в новую кору лобной доли, прежде всего в поясную извилину (поле 24) и в верхнюю лобную извилину (поле 32). Посредством описанных путей обонятельные раздражения включаются в лимбическую систему.

Сосцевидно-покрышечный путь идет в нисходящем направлении к двигательным и вегетативным ядрам черепных нервов и посылает им сигналы рефлекторных реакций на обонятельные раздражения (принюхивание, облизывание, слюноотделение).

Вкусовой путь.

Проводящий путь вкусовой чувствительности начинается во вкусовых рецепторах, находящиеся во вкусовых почках сосочков слизистой оболочки языка. Раздражения передаются от слизистой оболочки передних 2/3 языка по волокнам лицевого нерва (*nervus intermedius, chorda tympani*), от задней 1/3 языка - по волокнам языкоглоточного нерва и от слизистой корня языка - по ветвям блуждающего нерва клеткам их ганглиев (*ganglion geniculi nervi facialis, ganglia superius et inferius nervi glossopharyngei, ganglion inferius nervi vagi*) (1-й нейрон), откуда поступают в мозговой ствол. Волокна, проводящие вкусовые раздражения, оканчиваются в ядре одиночного пути (*nucleus solitarius*), в котором локализуется 2-й нейрон. Отростки нервных клеток ядра одиночного пути подходят к двигательным и парасимпатическим ядрам черепных нервов, расположенным в мосте и продолговатом мозге; этим путем осуществляются безусловные рефлексы на вкусовые раздражения. От ядра одиночного пути идут также восходящие волокна, которые переходят на противоположную сторону (перекрест) и присоединяются к медиальной петле. По ним вкусовые раздражения передаются в нижние и медиальные ядра таламуса (3-й нейрон) и отсюда в нижний участок постцентральной извилины (теменную покрышку) и парагиппокампальную извилину (крючок), где локализуется корковый конец вкусового анализатора.

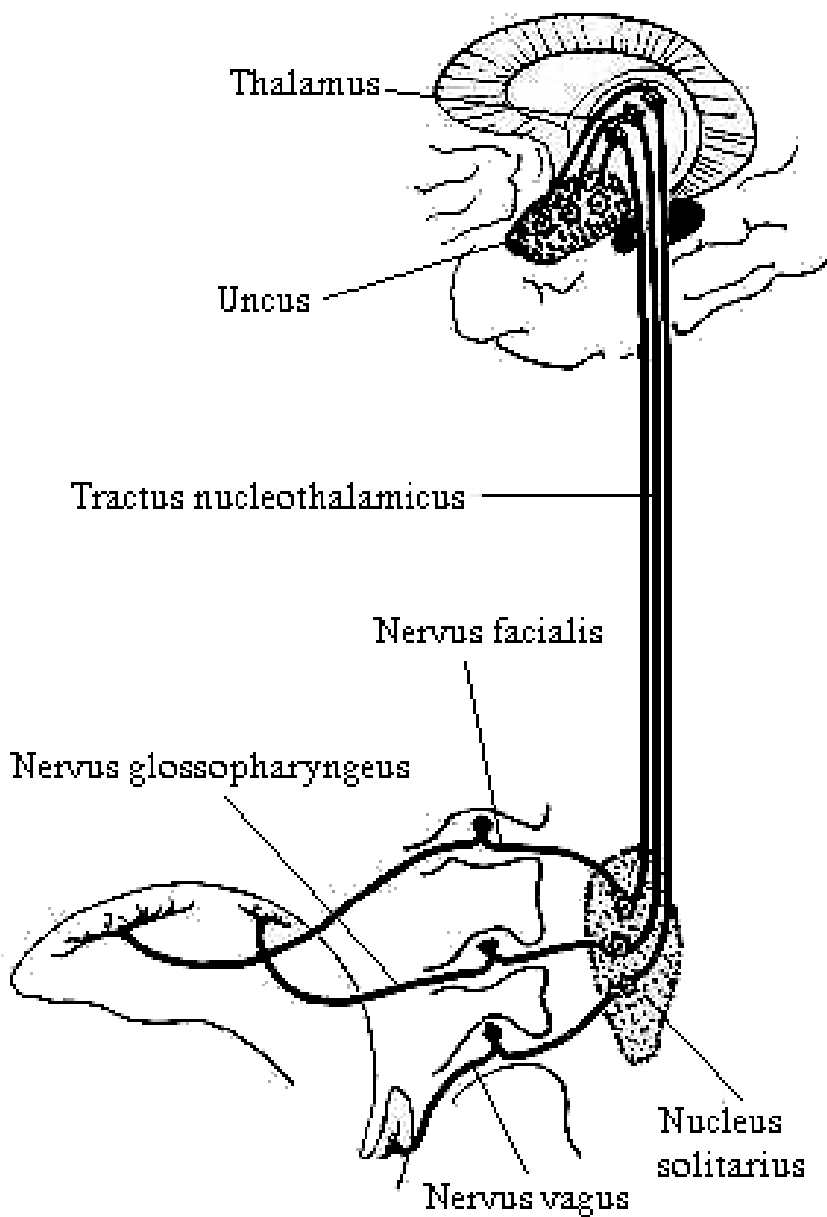


Рис. 14. Проводящий путь вкусовой чувствительности (Ромоданов А.П., Мосийчук Н.М., Холопченко Э.И., 1987, с изменениями).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Схема 1

Схема проводящего пути болевой и температурной чувствительности

Корковый конец анализатора

Gyrus postcentralis



Corona radiata



Задние 2/3 задней ножки внутренней капсулы



III нейрон

Дорсо-латеральное ядра таламуса



Tractus spinothalamicus в боковых канатиках спинного мозга, который в продолговатом мозге присоединяется к lemniscus medialis



Перекрест

Через переднюю серую спайку спинного мозга



II нейрон

Nucleus proprius cornu posterioris в задних рогах серого вещества спинного мозга



Задние корешки спинномозговых нервов



I нейрон

Псевдоуниполярные клетки спинномозговых ганглиев



От рецепторов по дендритам в составе спинномозговых нервов к телу I нейрона



Рецепторы

В коже и слизистых оболочках

Схема 2

Схема проводящего пути проприоцептивной чувствительности коркового направления

Корковый конец анализатора

Gyrus postcentralis



Corona radiata



Задние 2/3 задней ножки внутренней капсулы



III нейрон

Дорсо-латеральные ядра таламуса



Lemniscus medialis, идет по покрывке ствола головного мозга и получает название tractus bulbothalamicus



Перекрест

Decussatio lemniscorum medialis
в продолговатом мозге



II нейрон

Nuclei gracilis et cuneatus продолговатого мозга



Fasciculus gracilis et cuneatus в задних канатиках спинного мозга



Задние корешки спинномозговых нервов



I нейрон

Псевдоуниполярные клетки спинномозговых ганглиев



От рецепторов по дендритам в составе спинномозговых нервов к телу I нейрона



Рецепторы

В элементах опорно-двигательного аппарата (мышцах, суставах, связках, костях, надкостнице и т.д.)

Схема заднего спинно-мозжечкового проводящего пути

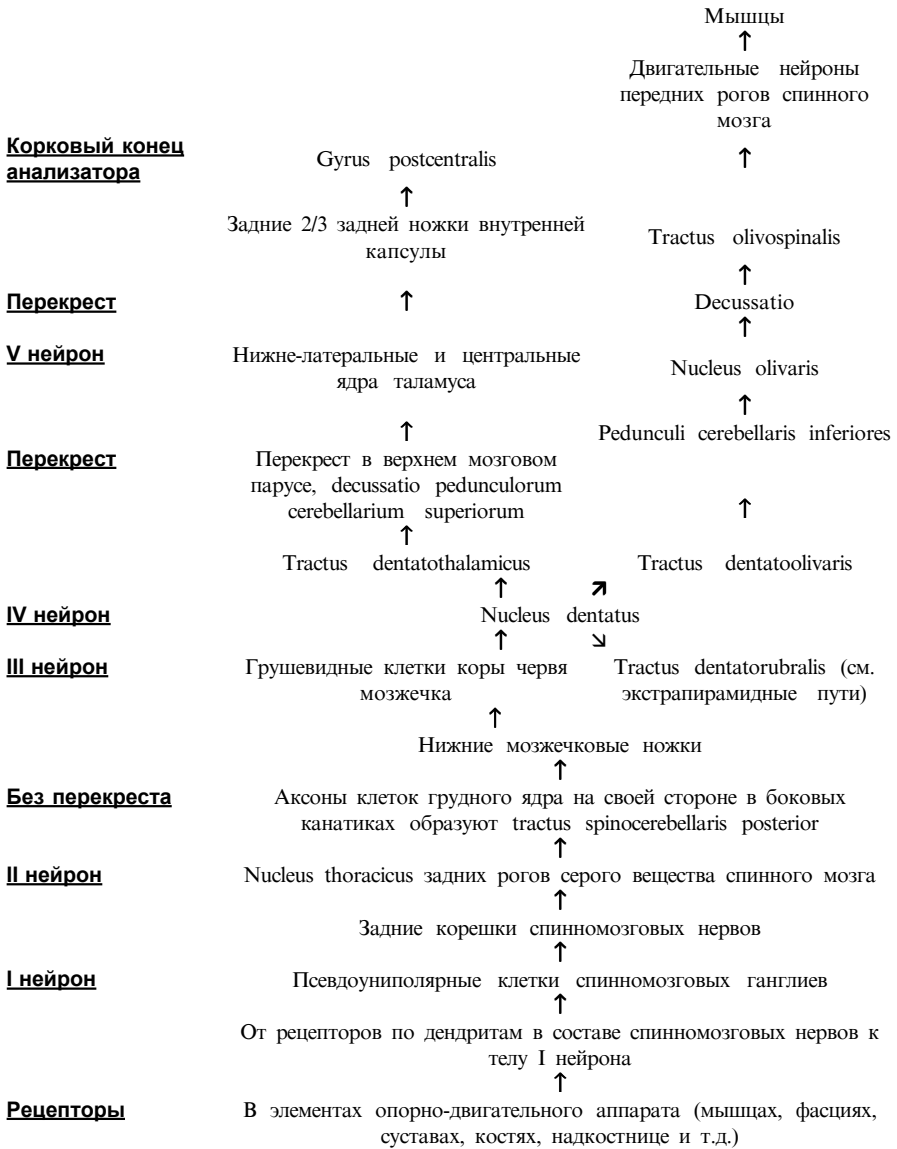


Схема переднего спинно-мозжечкового проводящего пути

Корковый конец анализатора

Gyrus postcentralis



Задние 2/3 задней ножки внутренней капсулы



V нейрон

Нижне-латеральные и центральные ядра таламуса



Перекрест

Decussatio pedunculorum cerebellarium superiorum



Tractus dentatothalamicus

Tr. dentatorubralis (см. экстрапирамидн. пути)



IV нейрон

Nucleus dentatus



III нейрон

Грушевидные клетки Пуркинье коры червя мозжечка

Tr. dentatoolivaris (см. tr. spinocerebellaris poster.)



II перекрест

Перекрест в верхнем мозговом парусе, decussatio pedunculorum cerebellarium superiorum



Достигает среднего мозга и через верхние ножки направляется в мозжечок, tractus spinocerebellaris anterior



I перекрест

Аксоны клеток промежуточно-медиального ядра в большинстве перекрещиваются и образуют в боковых канатиках



II нейрон

Nucleus intermediomedialis центрального серого вещества



Задние корешки спинномозговых нервов



I нейрон

Псевдоуниполярные клетки спинномозговых ганглиев



От рецепторов по дендритам в составе спинномозговых нервов к телу I нейрона



Рецепторы

В элементах опорно-двигательного аппарата (мышцах, фасциях, суставах, костях, надкостнице и т.д.)

Схема пирамидного проводящего пути

Корковый конец анализатора (I нейрон)

Гигантские пирамидные клетки V слоя коры gyrus precentralis



Corona radiata



Tractus corticonuclearis

Tractus corticospinalis



Колено внутренней капсулы

Передняя 1/3 задней ножки внутренней капсулы



Центральная часть основания ножек мозга

Основание моста



Пирамиды продолговатого мозга



Tractus corticospinalis anterior (20%)

Tractus corticospinalis lateralis (80%)



Надъядерный перекрест (над двигательными ядрами ЧН)

Посегментный перекрест через comissura alba

Decussatio pyramidum



Мотонейроны двигательных ядер ЧН

Вставочные нейроны и мотонейроны передних рогов серого вещества спинного мозга



Мышцы головы и шеи

Мышцы туловища и конечностей

Перекрест

II нейрон

Схема 6

**Схема экстрапирамидного проводящего пути,
проходящего через базальные ядра и ядра ствола
мозга**

**Корковый конец
анализатора
(I нейрон)**

Нейроны внутреннего пирамидного слоя коры лобных долей полушарий (поле 6)

↓
Corona radiata

↓
Fibrae corticostriatae

II нейрон

↙ Nucleus caudatus ↘ Putamen

III нейрон

↘ Globus pallidus ↙

↓
Crus anterius capsulae internae

IV нейрон

↓
Ядра ствола мозга (субталамическое ядро, черное вещество, ядра четверохолмия, ядро оливы, латеральное преддверное ядро, красное ядро).

Nucleus ruber

Перекрест

↓
Decussatio ventralis tegmenti (Фореля)

↓
Tractus rubrospinalis (Монакова)

↓
Основания ножек мозга

↓
Основание моста

↓
Tractus rubrospinalis в боковых канатиках спинного мозга

V нейрон

↓
Двигательные ядра передних рогов серого вещества спинного мозга

↓
Мышцы

Схема экстрапирамидного проводящего пути, проходящего через ядра моста и мозжечок

Корковый конец
анализатора
(I нейрон)

Нейроны внутреннего пирамидного слоя коры лобной, теменной, затылочной, височной долей полушарий (поля 6 и 8)

↓
Corona radiata

↓
Crus anterius capsulae internae

↓
Основание ножки большого мозга (медиальный и латеральный отделы)

II нейрон

↓
Nuclei proprii pontis

Перекрест

↓
Перекрест в вентральной части моста

↓
Pedunculi cerebellares medii

III нейрон

↓
Грушевидные клетки коры полушарий мозжечка

IV нейрон

↓
Nucleus dentatus

↓
Tractus dentatorubralis

Перекрест

↓
Decussatio pedunculorum cerebellarium superiorum

V нейрон

↓
Nucleus ruber

Перекрест

↓
Decussatio ventralis tegmenti (Фореля)

↓
Tractus rubrospinalis (Монакова)

↓
Основания ножек мозга

↓
Основание моста

↓
Tractus rubrospinalis в боковых канатиках спинного мозга

IV нейрон

↓
Двигательные ядра передних рогов спинного мозга

↓
Мышцы

Схема вестибулярного проводящего пути



Схема слухового проводящего пути

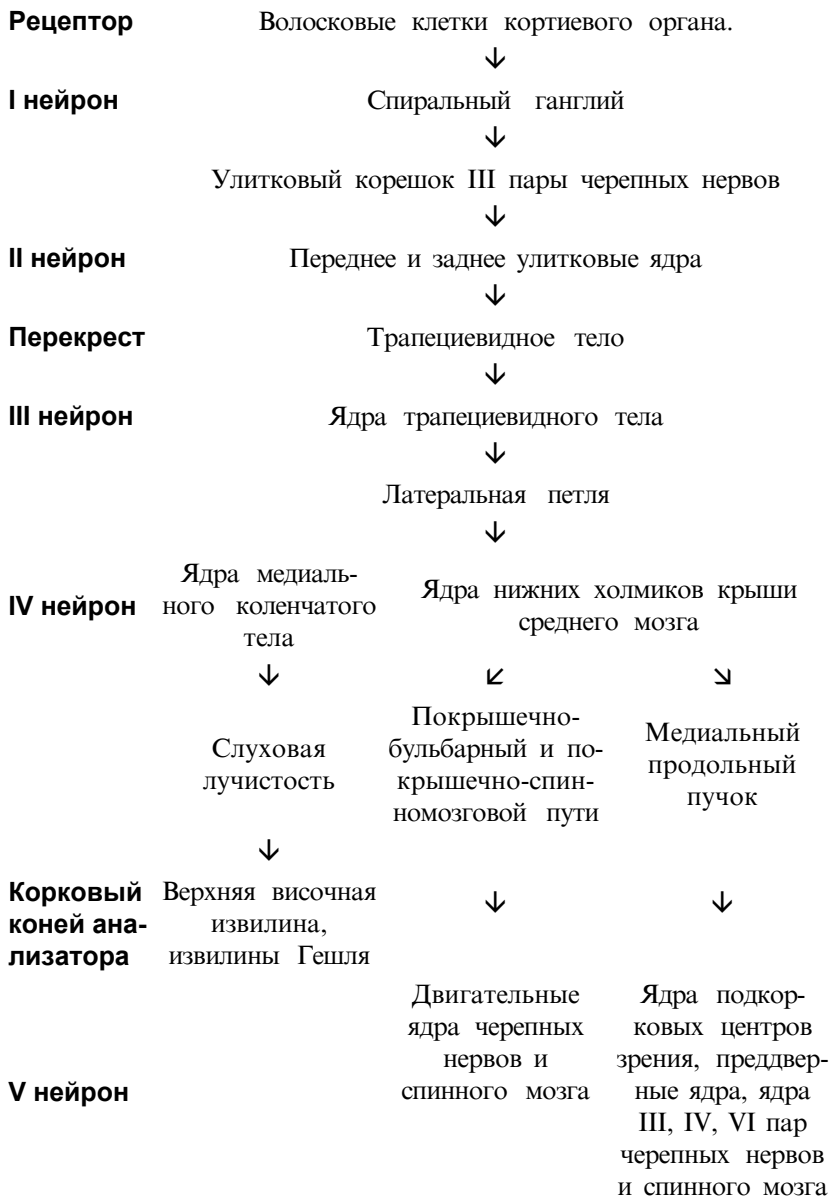


Схема вкусового проводящего пути



Локализация проекционных центров в коре головного мозга

№	Центр	Локализация
1.	Проекционный центр общей чувствительности (тактильной, болевой, температурной и сознательной проприоцептивной), или кожный анализатор общей чувствительности.	Кора постцентральной извилины (поля 1, 2, 3). В верхнем отделе извилины проецируются нижняя конечность и туловище, в среднем - верхняя конечность, в нижнем - голова. Связан с противоположной стороной тела.
2	Проекционный центр двигательных функций (кинестетический центр), или двигательный анализатор.	Предцентральная извилина и парацентральная долька (поля 6, 7). В верхнем отделе извилины проецируются нижняя конечность и туловище, в среднем - верхняя конечность, в нижнем - голова. Соматотопическая проекция называется "моторный гомункулос Пенфилда". Связан с противоположной стороной тела.
3	Проекционный центр схемы тела.	Теменная доля в области внутрименной борозды (поле 40). Связан с противоположной стороной тела.
4	Проекционный центр слуха, или ядро слухового анализатора.	Средняя треть верхней височной извилины (поле 41), поперечные височные извилины (Гешля). Связан со своей и противоположной стороной тела.
5	Проекционный центр зрения, или ядро зрительного анализатора.	Медиальная поверхность затылочной доли, по краям шпорной борозды (поля 17, 18, 19). Связан со своей и противоположной стороной тела.
6	Проекционный центр обоняния, или ядро обонятельного анализатора.	Медиальная поверхность височной доли, парагиппокампальная извилина и крючок (поле 11, поля А, Е). Связан со своей и противоположной стороной тела.
7	Проекционный центр вкуса, или ядро вкусового анализатора.	Парагиппокампальная извилина и крючок (поле 11, поля А, Е). Связан со своей и противоположной стороной тела.
8	Проекционный центр чувствительности от внутренних органов, или анализатор висцероцепции.	Нижняя треть постцентральной и предцентральной извилин (поле 43). Связан со своей стороной тела.
9	Проекционный центр вегетативных функций.	Предположительно дорсальная поверхность височной доли, средняя и нижняя височные извилины (поля 20, 21, 22). Связан со своей и противоположной стороной тела.

Локализация ассоциативных центров в коре головного мозга

№	Центр	Локализация
1.	Ассоциативный центр стереогнозии, или ядро кожного анализатора узнавания предметов на ощупь.	Верхняя теменная доля (поле 7). Связан со своей стороной тела.
2.	Ассоциативный центр праксии, или анализатор целенаправленных привычных движений.	Нижняя теменная доля, надкраевая извилина (поле 40). У правой - в левом полушарии, у левой - в правом.
3.	Ассоциативный центр зрения, или анализатор зрительной памяти.	Дорсальная поверхность затылочной доли (поля 18, 19). У правой - в левом полушарии, у левой - в правом.
4.	Ассоциативный центр слуха, или акустический центр речи (центр Вернике).	Задняя треть верхней височной извилины (поле 42).
5.	Ассоциативный двигательный центр речи, или центр артикуляции речи (центр Брока).	Задняя треть нижней лобной извилины (поле 44). У правой - в левом полушарии, у левой - в правом.
6.	Ассоциативный оптический центр речи, или зрительный анализатор письменной речи (центр лексии).	Угловая извилина нижней теменной доли (поле 39).
7.	Ассоциативный центр письменных знаков, или двигательный центр письменных знаков (центр графии).	Задний отдел средней лобной извилины (поле 8).
8.	Ассоциативный центр сочетанного поворота головы и глаз в противоположную сторону.	Средняя лобная извилина (поле 8), впереди от центра графии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анатомия человека: В 2-х томах / Под ред. М.Р.Сапина.- М., 1993.- Т.2.- 560 с.
2. Гайворонский И.В. Анатомия центральной нервной системы.- СПб., 1995.- 252 с.
3. Николенко В.Н., Кирсанов В.Н. Органы чувств: органы зрения, слуха, равновесия, вкуса и обоняния: Учебно-методическое пособие.- Саратов, 1993.- 40 с.
4. Орловский Ю.А., Галахов Б.Б., Федорова Р.Н. Проводящие пути ЦНС.- Самара, 1993.- 72 с.
5. Первушин В.Ю. Проводящие пути центральной нервной системы.- Ставрополь, 1984.- 60 с.
6. Привес М.Г., Лысенков Н.К., Бушкович В.И. Анатомия человека.- М., 1985.- 660 с.
7. Ромоданов А.П., Мосийчук Н.М., Холопченко Э.И. Атлас топической диагностики заболеваний нервной системы.- Киев, 1987.- 232 с.
8. Сандригайло Л.И. Анатомо-клинический атлас по невропатологии.- Минск, 1978.- 272 с.
9. Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека: В 3-х томах.- М., 1978.- Т.3.- 400 с.
10. Сперанский В.С., Добровольский Г.А. Методическое пособие к изучению анатомии центральной нервной системы с элементами программирования.- Саратов, 1989.- 128 с.
11. Сперанский В.С., Калмин О.В. Проводящие пути центральной нервной системы: Учебно-методическое пособие.- Саратов, 1995.- 34 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

АССОЦИАТИВНЫЕ ПУТИ	4
КОМИССУРАЛЬНЫЕ ПУТИ	6
ПРОЕКЦИОННЫЕ ПУТИ	6
Афферентные проводящие пути	7
Экстероцептивные пути	7
Проприоцептивные пути	9
Некоторые закономерности строения афферентных проекционных проводящих путей.	16
Эфферентные проводящие пути.	16
Пирамидный путь	16
Экстрапирамидные пути.	19
Некоторые закономерности строения эфферентных проекционных проводящих путей.	22
ПРОВОДЯЩИЕ ПУТИ ЧЕРЕПНЫХ НЕРВОВ	22
Афферентные пути черепных нервов	22
Эфферентные пути черепных нервов	23
ПРОВОДЯЩИЕ ПУТИ ОТ ОРГАНОВ ЧУВСТВ	25
Вестибулярный путь.	25
Слуховой путь.	27
Зрительный путь.	29
Обонятельный путь.	30
Вкусовой путь.	32
ПРИЛОЖЕНИЕ	35
ЛИТЕРАТУРА	50