

18+



Перегуда С.Н., Реброва Е.А.
Средний мозг:
строение, функции
Москва, 2020 г.

Сергей Перегуда

Средний мозг: строение и функции

«Автор»

2020

Перегида С. Н.

Средний мозг: строение и функции / С. Н. Перегида — «Автор», 2020

В работе описаны новые данные, а также систематизированы старые об анатомии, физиологии, нейропсихологии среднего мозга. Описаны инновационные критерии для нейропсихологической диагностики. А также новые техники и упражнения, которые показали высокую эффективность на практике. В данной книге описаны анатомия, физиология и функции среднего мозга. Материалы будут полезны и интересны всем специалистам, работающим с детьми, а также родителям, желающим помочь своим детям.

© Перегида С. Н., 2020

© Автор, 2020

Содержание

Глава 1. Общие представления о среднем мозге	5
1.1. Общие данные о структуре и функциях среднего мозга	5
1.2. Рефлексы на уровне среднего мозга	7
1.3. Ядра среднего мозга: общая информация	9
1.4. Средний мозг в онтогенезе	13
Глава 2. Анатомия среднего мозга	15
2.1. Общие представления об анатомии среднего мозга	15
2.2. Анатомия чёрной субстанции	20
2.3. Анатомия красного ядра	22
Конец ознакомительного фрагмента.	24

Глава 1. Общие представления о среднем мозге

1.1. Общие данные о структуре и функциях среднего мозга

Средний мозг (*mesencephalon*) является частью ствола мозга, расположенной между мостом и промежуточным мозгом.

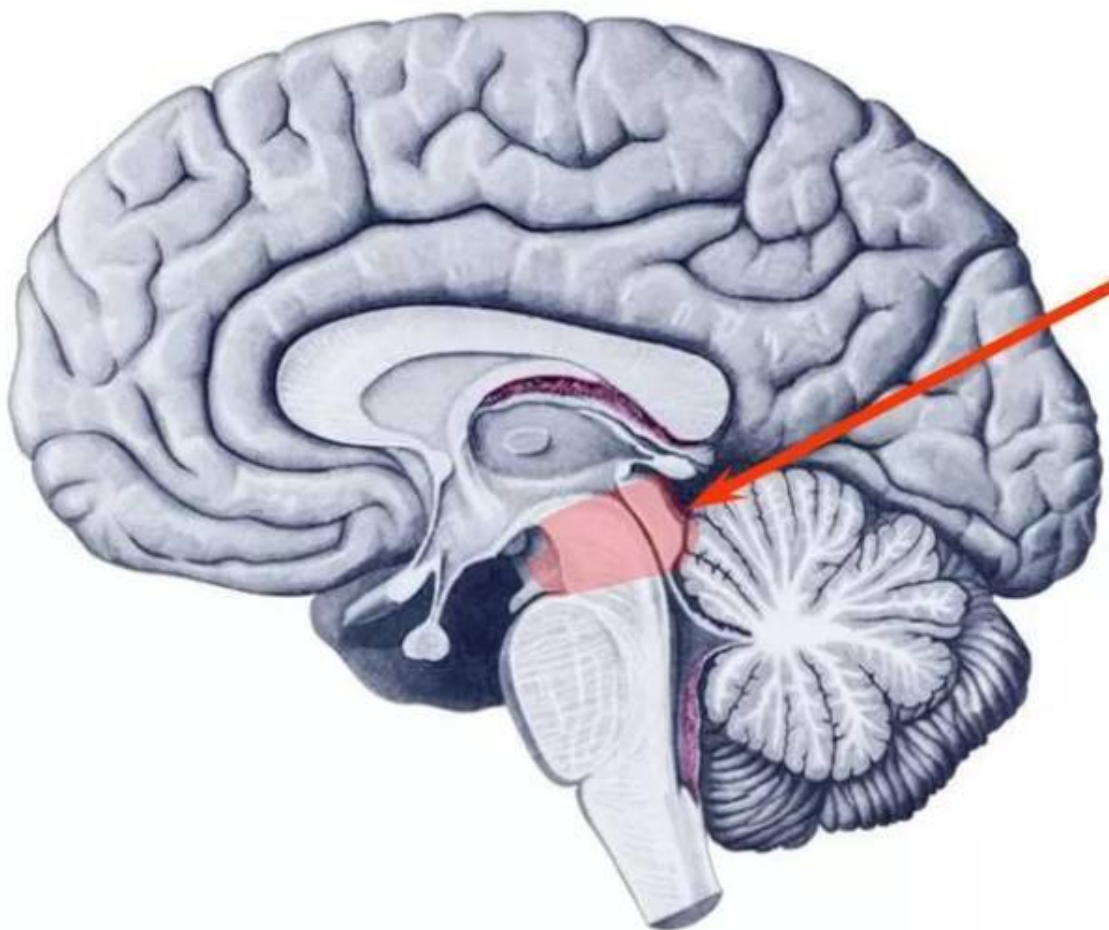


Рис. Средний мозг; вид с саггитальной плоскости (рисунок из интернета).

На его вентральной поверхности находятся два массивных пучка нервных волокон – ножки мозга, по которым проводятся сигналы из коры в нижележащие структуры мозга.

В среднем мозге присутствуют различные структурные образования: четверохолмие, красное ядро, чёрная субстанция и ядра глазодвигательного и блокового нервов. Каждое образование выполняет определённую роль и способствует регуляции целого ряда приспособительных реакций. Через средний мозг проходят все восходящие пути, передающие импульсы к таламусу, большим полушариям и мозжечку, и нисходящие пути, проводящие импульсы к продолговатому и спинному мозгу. К нейронам среднего мозга поступают импульсы через спинной и продолговатый мозг от мышц, зрительных и слуховых рецепторов по афферентным нервам.

Передние бугры четверохолмия являются первичными зрительными центрами, и к ним поступает информация от зрительных рецепторов. При участии передних бугров осуществляются зрительные ориентировочные и сторожевые рефлексы путём движения глаз и поворота головы в сторону действия зрительных раздражителей.

Нейроны задних бугров четверохолмия образуют первичные слуховые центры и при получении возбуждения от слуховых рецепторов обеспечивают осуществление слуховых ориентировочных и сторожевых рефлексов (у животного напрягаются ушные раковины, оно настораживается и поворачивает голову в сторону нового звука). Ядра задних бугров четверохолмия обеспечивают сторожевую приспособительную реакцию на новый звуковой раздражитель: перераспределение мышечного тонуса, усиление тонуса сгибателей, учащение сокращений сердца и дыхания, повышение артериального давления, т. е. животное подготавливается к защите, бегу, нападению.

Чёрная субстанция получает информацию с рецепторов мышц и тактильных рецепторов. Она связана с полосатым телом и бледным шаром. Нейроны чёрной субстанции участвуют в формировании программы действия, обеспечивающей координирование сложных актов жевания, глотания, а также тонуса мышц и двигательных реакций.

Красное ядро получает импульсы с рецепторов мышц, от коры больших полушарий, подкорковых ядер и мозжечка. Оказывает регулирующее влияние на мотонейроны спинного мозга через ядро Дейтерса и руброспинальный тракт. Нейроны красного ядра имеют многочисленные связи с ретикулярной формацией ствола мозга и совместно с ней регулируют мышечный тонус. Красное ядро оказывает тормозное влияние на мышцы-разгибатели и активирующее влияние на мышцы-сгибатели. Устранение связи красного ядра с ретикулярной формацией верхней части продолговатого мозга вызывает резкое повышение тонуса разгибательных мышц. Это явление называется децеребрационной ригидностью.

Название	Функции среднего мозга
Ядра крыши верхнего и нижнего бугорков четверохолмия	Подкорковые центры зрения и слуха, от которых берет начало тектоспинальный путь, посредством которого осуществляются ориентировочные слуховые и зрительные рефлексы
Ядро продольного медиального пучка	Участвует в обеспечении сочетанного поворота головы и глаз на действие неожиданных зрительных раздражителей, а также при раздражении вестибулярного аппарата
Ядра III и IV пар черепно-мозговых нервов	Участвуют в сочетании движения глаз за счет иннервации наружных мышц глаза, а волокна вегетативных ядер после переключения в цилиарном ганглии иннервируют мышцу, суживающую зрачок и мышцу ресничного тела
Красные ядра	Являются центральным звеном экстрапирамидной системы, поскольку на них заканчиваются пути от мозжечка (tr. cerebellotegmentalis) и базальных ядер (tr. pallidogubralis) и от этих ядер начинается руброспинальный путь
Черная субстанция	Имеет связь с полосатым телом и корой, участвует в сложной координации движений, регуляции тонуса мышц и позы, а также в согласовании актов жевания и глотания, входит в состав экстрапирамидной системы
Ядра ретикулярной формации	Активирующие и тормозные влияния на ядра спинного мозга и различные зоны коры головного мозга
Серое центральное околводопроводное вещество	Входит в состав антиноцицептивной системы

Рис. 1. Общая таблица отделов среднего мозга (рисунок из интернета)

1.2. Рефлексы на уровне среднего мозга

С участием продолговатого и среднего мозга осуществляется перераспределение тонуса различных мышц в зависимости от положения тела в пространстве за счёт возникновения статических и статокинетических тонических рефлексов.

Статические рефлексы подразделяются на две большие группы: рефлексы положения, или **позотонические**, обеспечивающие сохранение положения или позы тела; и **выпрямительные**, способствующие возвращению тела из неестественного положения в нормальное.

Позотонические рефлексы регулируются центрами продолговатого мозга с участием спинного мозга. Они осуществляются с рецепторов вестибулярного аппарата и проприорецепторов мышц шеи и рецепторов фасции шеи, а также при активации рецепторов кожи. Главная структура, участвующая в реализации этих рефлексов, – вестибулярные ядра. При положении тела животного спиной вверх с вестибулярного аппарата обеспечивается рефлекторное повышение тонуса мышц разгибателей конечностей. При запрокидывании головы с помощью сигналов от рецепторов мышц шеи происходит повышение тонуса мышц-разгибателей грудных конечностей и понижение тонуса мышц-разгибателей тазовых конечностей. При опускании головы проявляются противоположные изменения тонуса мышц грудных и тазовых конечностей. При повороте головы возникает раздражение рецепторов мышц шеи, и в ответ повышается тонус мышц-разгибателей конечностей той стороны, в которую повернута голова, и тонус мышц-сгибателей конечностей противоположной стороны.

Тонические выпрямительные рефлексы также регулируются средним мозгом. Два рефлекса обеспечивают выпрямление головы и два – выпрямление туловища.

Первый рефлекс, обеспечивающий выпрямление головы, возникает при наклоне головы набок. При этом возбуждаются рецепторы вестибулярного аппарата, и информация с этих рецепторов поступает в нервные центры среднего мозга. В результате происходит перераспределение тонуса мышц головы и шеи, и голова возвращается в естественное положение.

Второй рефлекс выпрямления головы задействуется в случае, когда животное ложится на бок: раздражаются рецепторы кожи этого бока животного, и информация поступает в центры среднего мозга, где формируется программа действия. Эта программа по эфферентным волокнам поступает к мышцам головы и шеи, вызывает перераспределение их тонуса, животное возвращает голову в естественное положение.

Один из рефлексов, регулирующих правильную установку туловища, если животное лежит на боку, возникает при повороте шеи. В этом случае раздражаются проприорецепторы шейных мышц и перераспределяется тонус мышц туловища: оно приводится в соответствие положению шеи и выпрямляется. Сначала поднимается голова, затем туловище животного принимает естественную позу.

Рефлекс выпрямления туловища может возникать и при возбуждении только рецепторов кожи бока, на котором лежит животное. С этих рецепторов через центры среднего мозга обеспечивается перераспределение тонуса мышц туловища и его выпрямление.

Статокинетические рефлексы направлены на сохранение позы (равновесия) и ориентации в пространстве при изменении скорости движения.

Они возникают при движении животного или при перемещении отдельных частей тела.

Различают четыре статокинетических рефлекса.

Рефлекс с рецепторов мышцы, одной конечности на мышцы других конечностей отмечается при движении животного, когда изменяется положение отдельных частей тела. Например, при сгибании одной конечности повышается тонус мышц разгибателей остальных трех конечностей, что обеспечивает устойчивое положение тела в пространстве.

Нистагм головы происходит при вращательных движениях головы, например, при вращении цирковой лошади на арене. Этот рефлекс заключается в движении головы в сторону, противоположную вращению туловища, а затем она быстро возвращается в исходное положение.

Нистагм глаз также возникает при вращательных движениях туловища и проявляется движением глаз в сторону, противоположную вращению туловища.

«Лифтные рефлексy» проявляются при быстром подъеме и спуске животного или человека, например, в лифте. Отсюда и произошло название данных рефлексов. В случае быстрого подъема происходит повышение тонуса сгибателей, и человек или животное непроизвольно приседает. А при быстром спуске повышается тонус разгибателей конечностей, и человек сильно выпрямляется.

Рефлексы среднего мозга являются безусловными рефлексами, и знание закономерностей тонических рефлексов широко используют в практике работы с животными при их фиксации.

1.3. Ядра среднего мозга: общая информация

Центры среднего мозга представлены рядом ядерных групп, расположенных на этом уровне ЦНС, однако в настоящем разделе рассматриваются только важнейшие из них.

Ядра верхних холмиков. Эти ядра представлены чувствительными, вставочными и моторными нейронами. На их чувствительные нейроны конвергируют аксоны ганглиозных клеток сетчатки, которые в виде коллатералей ответвляются от аксонов зрительного нерва и следуют к нейронам верхних холмиков. К чувствительным нейронам верхних холмиков поступают афферентные слуховые сигналы из нижних холмиков и височной слуховой коры, а также сигналы из областей коры, контролирующей движения глаз (глазные поля затылочно-теменной, лобной областей коры). К нейронам верхних холмиков поступают сигналы из чёрной субстанции, таламуса, базальных ганглиев, мозжечка и других областей ЦНС. Через ядра верхних холмиков запускаются рефлекторные движения глаз и головы на действие света или звуков, при этом движениям придаётся определённая направленность к цели – источнику света или звука (сторожевые рефлексы).

Однако верхние холмики не могут самостоятельно обеспечить достаточную точность выполняемых движений. Для её достижения нейроны ядер верхних холмиков посылают копию двигательных команд в кору, таламус и мозжечок. Последний является обязательным отделом мозга, необходимым для организации осуществления точных движений глаз и головы в сторону источника раздражения.

Ядра верхних холмиков и латерального коленчатого тела принято считать первичными центрами зрения, в которых происходит недифференцированное восприятие световых сигналов и их простейший анализ. Результаты этого анализа используются для осуществления сторожевых рефлексов на действие света.

Ядра нижних холмиков. Нейроны этих ядер являются частью сложных слуховых путей передачи и анализа звуковых сигналов. К ним поступают слуховые сигналы по аксонам нейронов нижележащих слуховых ядер – нижних олив, противоположного нижнего холмика, первичной слуховой (височной) коры и коры мозжечка. Нейроны ядер являются переключателями сигналов в слуховых путях. При этом сигналы высокочастотных звуков переключаются в вентральной части ядра, а низкочастотных – в дорсальной части (как и в улитке). *Ядро непосредственно обслуживает функцию слухового внимания. Обработанные и проанализированные слуховые сигналы передаются нейронами нижних холмиков в медиальное коленчатое тело и далее в первичную слуховую кору, противоположный нижний холмик, верхние холмики, мозжечок. Таким образом, нижние холмики являются ядром, переключающим слуховые сигналы в кору мозга и мозжечок и локализирующим источник звука в пространстве.*

Ядра нижних холмиков и медиального коленчатого тела принято считать первичными центрами слуха. В них осуществляется восприятие слуховых сигналов, активируется слуховое внимание, формируется недифференцированное слуховое ощущение. Результаты анализа используются для осуществления акустических, в том числе сторожевых рефлексов в виде поворотов головы и глаз в сторону неожиданного звукового раздражителя.

Претектальные ядра. Представлены чувствительными нейронами, расположенными в крыше претектальной области. *Получая сигналы об освещённости сетчатки по аксонам ганглиозных клеток, эти ядра играют первостепенную роль в осуществлении зрачковых рефлексов, регуляции просвета зрачка и поддержании оптимальной освещённости сетчатки. Обработанные сигналы об освещённости сетчатки нейроны ядер посылают к моторным преганглионарным нейронам парасимпатической нервной системы ядра Эдингера – Вестфала, расположенного в комплексе субъядра глазодвигательного ядра среднего мозга.*

Ядра глазодвигательного нерва (III пара черепных нервов). Глазодвигательное ядро расположено на уровне верхних холмиков. Оно представлено соматическими и висцеральными моторными нейронами. Соматические моторные нейроны иннервируют своими аксонами мышцу, поднимающую веко и все наружные мышцы глазного яблока, за исключением латеральной прямой, которая иннервируется аксонами нейронов ядра отводящего нерва, и верхней косой, иннервируемой волокнами блокового нерва. Соматическое ядро представлено субъядрами, иннервирующими отдельные глазные мышцы. *Содержащиеся в ядре глазодвигательного нерва нейроны парасимпатического отдела АНС (автономной нервной системы) входят в понятие ядра Якубовича – Эдингера – Вестфала.*

Нейроны соматической части ядра глазодвигательного нерва получают сигналы из коры мозга по кортико-ретикуло-бульбарным волокнам, из промежуточного мозга (ядра Кахала, рострального интерстициального ядра медиального продольного пучка), моста и продолговатого мозга (вестибулярные ядра, ядро отводящего нерва), мозжечка.

Нейроны висцеральной части ядра получают сигналы от нейронов претектальных ядер. Аксоны нейронов ядра Эдингера – Вестфала идут вместе с аксонами соматических нейронов вплоть до орбиты. В орбите они отделяются и следуют к ганглионарным нейронам цилиарного ганглия. Постганглионарные волокна нейронов цилиарного ганглия иннервируют мышцу, суживающую зрачок, и цилиарные мышцы. Повреждение висцерального компонента глазодвигательного нерва ведёт к расширению зрачка, который становится нечувствительным к действию света или нарушению аккомодации.

Повреждение ядра глазодвигательного нерва или повреждение глазодвигательного нерва после его выхода из ствола мозга ведёт к развитию паралича мышц, иннервируемых его волокнами. Это проявляется птозом, нарушением установки глаза, развитием двоения (диплопии), парезом сфинктера зрачка и ресничных мышц, что приводит к расширению зрачка ипсилатерального глаза (*на той же стороне*), его нечувствительности к действию света и нарушению аккомодации.

Ядра блокового нерва (IV пара черепных нервов). Ядро располагается в вентральной части центрального серого вещества среднего мозга. Ядро блокового нерва состоит из моторных нейронов, иннервирующих аксонами верхнюю косую мышцу глаза. К нейронам ядра поступают сигналы от нейронов коры мозга по кортико-бульбарным волокнам и от верхнего и медиального вестибулярных ядер по волокнам медиального продольного пучка.

При повреждении ядер блокового нерва наблюдается парез контралатеральной верхней косой мышцы, а при повреждении нерва после его выхода из ствола мозга развивается парез или паралич ипсилатеральной верхней косой мышцы. Эта мышца осуществляет поворот глаза внутрь, книзу и отведение. При повреждении блокового нерва больные жалуются на вертикальное двоение (особенно при взгляде вниз во время опускания по ступенькам).

Мезенцефалическое ядро тройничного нерва. К нейронам ядра по волокнам мезенцефалического тракта поступают сигналы проприоцептивной чувствительности от жевательных мышц и периодонтальных мембран. Результаты анализа этих сигналов используются для рефлекторной регуляции жевательных движений.

Пигментное ядро (locus ceruleus) локализуется в ростральном мосту и каудальной части среднего мозга. Содержит 30–50 тысяч пигментированных клеток, которые содержат меланиновые гранулы. Пигментированность ядра уменьшается при болезни Паркинсона. *Нейроны пятна обеспечивают норадренергическую иннервацию большинства областей ЦНС.* Аксоны нейронов пятна широко ветвятся и рассеяны по всему мозгу, в том числе в таламусе, гипоталамусе, мозжечке, сенсорных ядрах ствола мозга и спинном мозге. Полагают, что нейроны этого ядра участвуют в регуляции циклов сна и бодрствования, дыхания и быстрых движений глаз в парадоксальную фазу сна.

Чёрная субстанция является скоплением непигментированных нейронов и нейронов, содержащих пигмент меланин и соединения железа. Чёрная субстанция расположена между ножкой мозга и покрывкой. Характер нейронных связей чёрной субстанции предполагает, что она играет важную роль в регуляции движений. Синаптическая передача сигналов нейронами чёрной субстанции осуществляется с использованием дофамина (пигментированные нейроны), ацетилхолина и ГАМК (непигментированные нейроны). Отмечается определённый характер потери нейронов чёрной субстанцией при некоторых заболеваниях мозга и особенно дофаминергических при болезни Паркинсона. Заболевания, при которых чёрная субстанция вовлекается в патологический процесс, почти всегда проявляются развитием паркинсонизма и такими нарушениями как тремор, ригидность, снижение моторной активности.

Красное ядро расположено в покрывке среднего мозга. Отличается богатой васкуляризацией и на свежих срезах имеет розоватый оттенок. Это обстоятельство объясняет название ядра. К нейронам красного ядра поступают сигналы из премоторной и первичной моторной областей коры головного мозга (по кортико-рубральному пути) и от глубоких ядер мозжечка.

Нейроны красного ядра посылают эфферентные сигналы по руброспинальному пути к нейронам вентральных рогов, иннервирующим дистальные мышцы конечностей. Подобно нейронам моторной коры мозга, формирующим кортикоспинальный тракт, нейроны красного ядра через руброспинальный тракт облегчают активацию флексорных мотонейронов и ингибируют экстензорные мотонейроны. *Нейроны красного ядра через руброспинальный тракт принимают непосредственное участие в координации моторных функций спинного мозга. При повреждении ядра или волокон руброспинального пути возникает контралатеральный тремор конечностей.*

Интерстициальное ядро Кахала расположено в ростральном отделе среднего мозга. Нейроны ядра имеют обширные связи с ростральными и каудальными структурами мозга. Они получают сигналы из лобного глазного поля, глубоких ядер мозжечка и через медиальный продольный пучок – от вестибулярных ядер. Аксоны нейронов ядра Кахала следуют к нейронам ядер глазодвигательного, блокового черепных нервов, а также в ядра ствола мозга и спинной мозг. *Нейроны интерстициального ядра контролируют осуществление вращательных и вертикальных движений глаз и их следящих движений.*

Ростральное интерстициальное ядро медиального продольного пучка. Это ядро расположено ростральнее ядра Кахала и ядра III пары черепных нервов, почти на границе соединения среднего и промежуточного мозга. К нейронам ядра поступают сигналы от вестибулярного ядра через медиальный продольный пучок и из ядра горизонтального взора моста. Аксоны нейронов рострального ядра следуют к нейронам субъядра нижней прямой мышцы глазодвигательного ядра и контролируют осуществление движения глаз книзу. *Нейроны интерстициального ядра Кахала и рострального интерстициального ядра медиального продольного пучка формируют нейронную сеть, выполняющую функцию центра вертикальных движений глаз (вертикального взора).* При его повреждении могут развиваться ограничение или невозможность вертикальных движений глаз.

Центральное околотоводопроводное серое вещество. Околотоводопроводное серое вещество среднего мозга расположено вокруг силвиева водопровода и представлено рассеянными нейронами. Сигналы к нейронам серого вещества поступают из гипоталамуса, миндалы, ретикулярной формации ствола мозга, голубоватого пятна, спинного мозга. При активации серого вещества его нейроны высвобождают энкефалин, субстанцию Р, нейротензин, серотонин, диноर्फин, соматостатин. Центральное серое вещество участвует в формировании боли. Нейромедиаторы его нейронов действуют на серотонинергические нейроны продолговатого мозга, которые посылают аксоны к афферентным нейронам, проводящим болевые сигналы в заднем роге спинного мозга и в зависимости от активации нейронов различных отделов центрального серого вещества вызывают снижение болевой чувствительности (аналгезию) или

её повышение. Кроме того, центральное серое вещество участвует в вокализации, контроле репродуктивного поведения, модуляции активности респираторных центров ствола мозга, формировании агрессивного поведения.

1.4. Средний мозг в онтогенезе

В ходе эмбрионального развития средний мозг образуется из второго, или среднего, первичного мозгового пузыря (так называемого мезэнцефалона), расположенного между первым, или передним (так называемым прозэнцефалоном) и третьим, или задним, ромбовидным (так называемым ромбэнцефалоном), первичными мозговыми пузырями [нервной трубки](#).

На протяжении всего эмбрионального развития клетки в среднем мозге непрерывно размножаются; это происходит в гораздо большей степени вентрально, чем дорсально. Наружное расширение сдавливает все ещё формирующийся водопровод мозга, что может привести к частичной или полной непроходимости, приводящей к врождённой гидроцефалии.

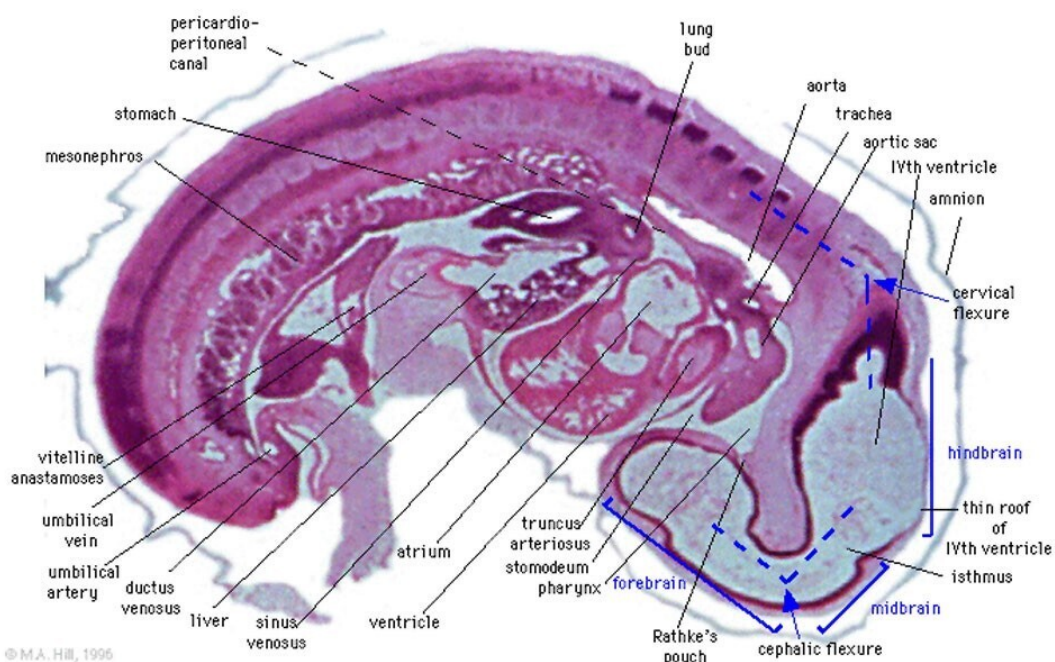


Рис. 2. Показано расположение среднего мозга (midbrain) в процессе эмбрионального развития (рисунок из интернета).

Neural Tube	Primary Vesicles	Secondary Vesicles	Adult Structures
week 3	week 4	week 5	adult
neural plate	prosencephalon (forebrain)	telencephalon	Rhinencephalon, Amygdala, hippocampus, cerebrum (cortex), hypothalamus, pituitary Basal Ganglia, lateral ventricles
neural groove		diencephalon	epithalamus, thalamus, Subthalamus, pineal, posterior commissure, pretectum, third ventricle
neural tube	mesencephalon (midbrain)	mesencephalon	tectum, Cerebral peduncle, cerebral aqueduct, pons
Brain	rhombencephalon (hindbrain)	metencephalon	cerebellum
		myelencephalon	medulla oblongata, isthmus
spinal cord, pyramidal decussation, central canal			

Neural Tube Development

Рис. 3. Развитие среднего мозга представлено в виде таблицы. Видно, что средний мозг в отличие от переднего и заднего мозга на 5 неделе не имеет деления на подструктуры (рисунок из интернета).

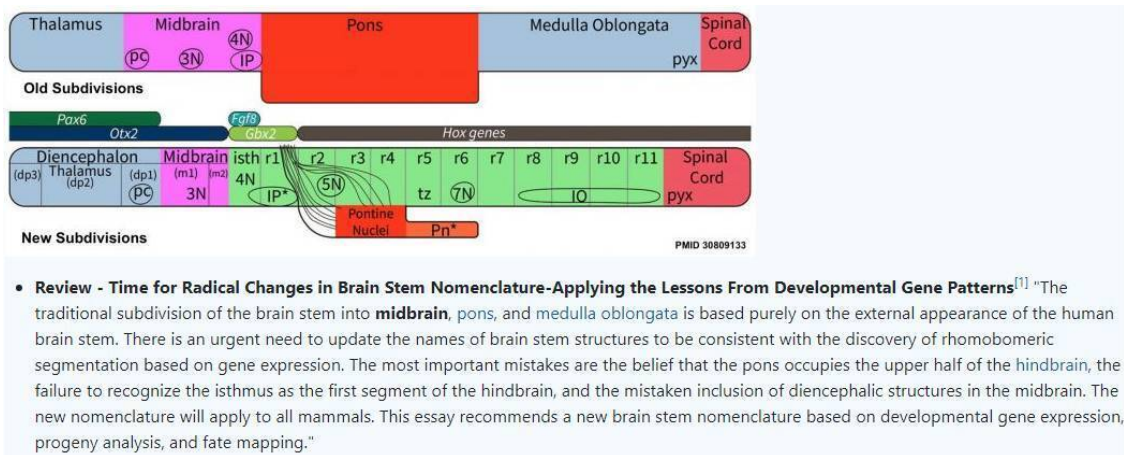


Рис. 4. Здесь показаны отличия старого понимания (картинка сверху) того, какие области занимают определённые структуры от нового (картинки снизу), после более подробного генетического анализа. Важные ошибки в том, что мост занимает верхнюю часть заднего мозга; что истмус распознают как первый сегмент заднего мозга и что диэнцефальные структуры включаются в средний мозг (рисунок из интернета).

Глава 2. Анатомия среднего мозга

2.1. Общие представления об анатомии среднего мозга

Средний мозг, mesencephalon, развивается из среднего мозгового пузыря. В нем различают **крышу и ножки мозга**. Полостью среднего мозга является водопровод мозга.

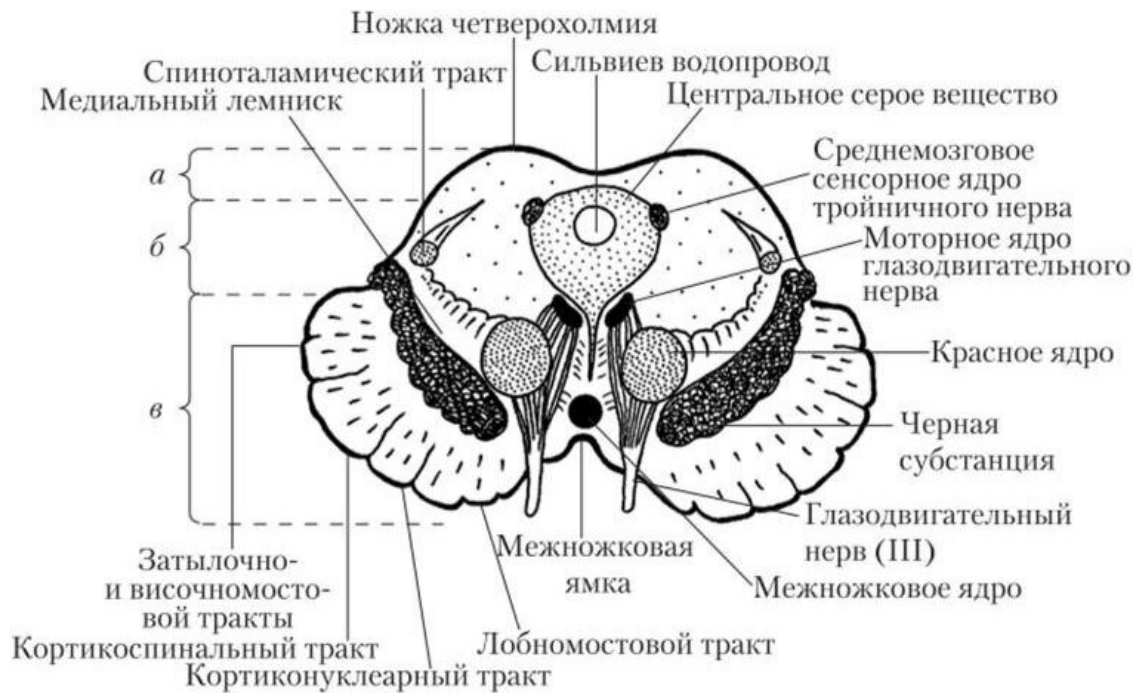


Рис. 5. Общее строение среднего мозга, поперечный срез (рисунок из интернета).

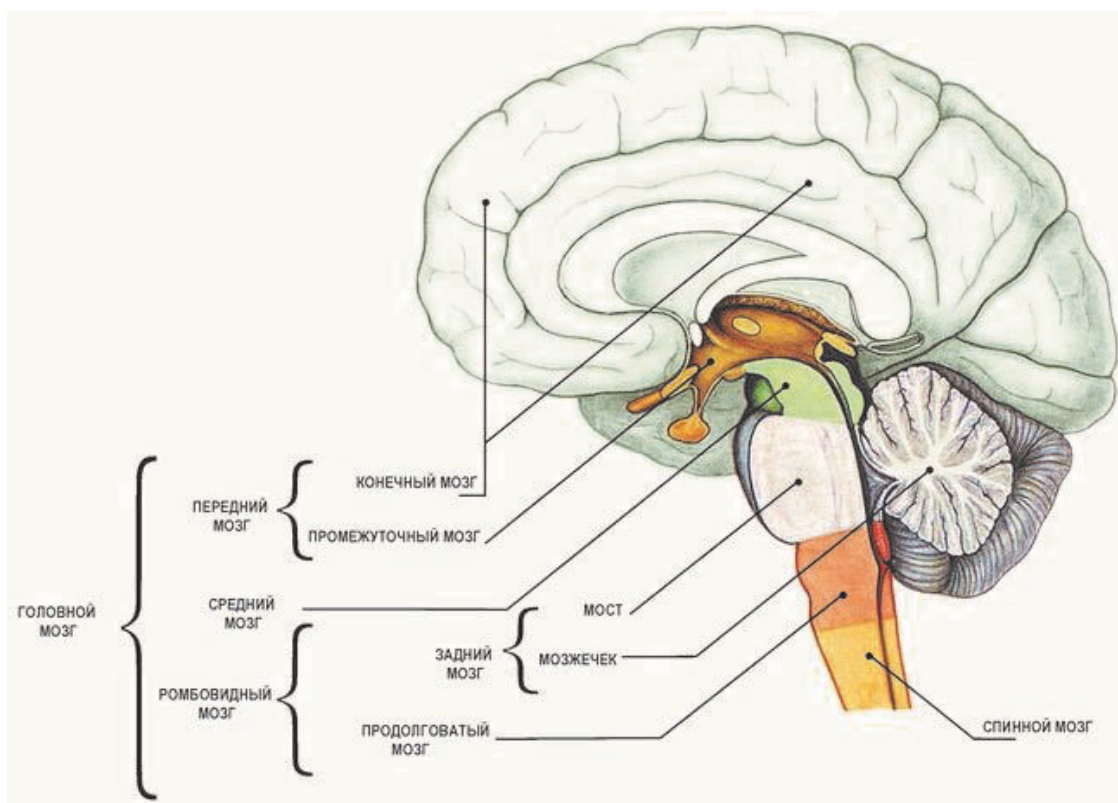


Рис. 6. Средний мозг – общий вид, сагитальный срез (рисунок из интернета).

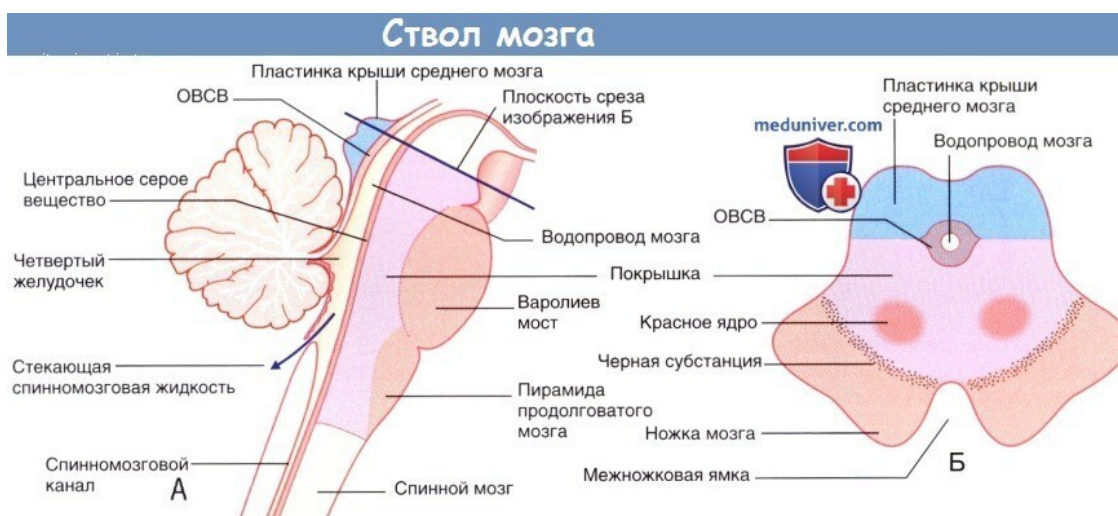


Рис. 7. Общая схема ствола и среднего мозга (рисунок из интернета).

Передняя его граница со стороны вентральной поверхности мозга соответствует задней границе промежуточного мозга и проходит по задней поверхности зрительных трактов, медиальной поверхности ножек мозга и по переднему краю заднего продырявленного вещества. Задней границей среднего мозга на вентральной поверхности служит верхний край моста.

На дорсальной поверхности мозга верхняя граница среднего мозга соответствует борозде проходящей по задним краям (поверхностям) таламусов и огибающей шишковидное тело, нижняя – уровню выхода корешков блокового нерва (n. trochlearis, IV пара ЧМН).

Внешнее строение. Крыша среднего мозга, tectum mesencephali, представляет собой пластинку, на которой расположены четыре холмика. Эта пластинка четверохолмия, quadrigemina, расположена над водопроводом мозга. На препарате головного мозга крышу

среднего мозга можно увидеть только после удаления полушарий. Холмики крыши имеют вид полусфер, которые отделены друг от друга при помощи двух пересекающихся под прямым углом бороздок. Продольная бороздка расположена в срединной плоскости и в своих передневерхних отделах образует ложе для шишковидного тела, а в задненижних отделах служит местом, откуда начинается уздечка верхнего мозгового паруса. Поперечная бороздка отделяет верхние холмики, *colliculi superiores*, от нижних холмиков, *colliculi inferiores*.

От каждого из холмиков в латеральном направлении отходят утолщения в виде валика – ручка холмика. Различают ручку верхнего холмика, *brachium colliculi superioris*, которая направляется к латеральному коленчатому телу и частично переходит в таламус, а частично продолжается латеральный корешок зрительного тракта. Ручка нижнего холмика, *brachium colliculi inferioris*, направляется к медиальному коленчатому телу, в области которого она теряется, а из самого тела выходит пучок, продолжающийся в медиальный корешок зрительного тракта.

У человека верхние холмики четверохолмия и латеральные коленчатые тела выполняют функцию подкорковых центров зрения. Нижние холмики четверохолмия и медиальные коленчатые тела являются подкорковыми центрами слуха.

Снаружи холмики покрыты тонким слоем белого вещества. В толще холмиков залегает скопление серого вещества, которое в верхнем холмике образует серый и белый слои верхнего холмика, *stratum griseum et album colliculi superioris*, а в нижнем холмике – ядро нижнего холмика, *nucleus colliculi inferioris*.

Помимо того, что холмики связаны с коленчатыми телами, они также связаны между собой волокнами белого вещества. Пучок волокон, связывающих оба нижних холмика, образует спайку нижних холмиков, *commissura colliculorum inferiorum*. Между верхними холмиками прослеживается также спайка верхних холмиков, *commissura colliculorum superiorum*.

Зона, соответствующая соединению среднего и промежуточного мозга, обозначается как **предкрышечное поле**, *area pretectalis*. Здесь имеются скопления серого вещества, образующие предкрышечные ядра, *nuclei pretecales*. Эти ядра имеют двусторонние связи с верхними холмиками и парасимпатическими ядрами глазодвигательных нервов. Двусторонний характер этих связей обеспечивает содружественную реакцию обоих зрачков при освещении одного глаза.

Ножки мозга, *pedunculi cerebri*, хорошо видны на основании мозга в виде двух толстых белых, продольно исчерченных валиков, которые выходят из моста, направляются вперёд, вверх и латерально к правому и левому полушариям. Углубление между правой и левой ножками мозга над верхним краем моста получило название межножковой ямки, *fossa interpeduncularis*. Дно этой ямки служит местом, где в ткань мозга проникают кровеносные сосуды. После удаления сосудистой оболочки на препаратах мозга в пластинке, образующей дно межножковой ямки, остаётся большое количество мелких отверстий. Поэтому эта пластинка на дне межножковой ямки называется задним продырявленным веществом, *substantia perforata posterior*. На медиальной поверхности каждой из ножек располагается продольная глазодвигательная бороздка, *sulcus oculomotorius*, из которой выходят корешки глазодвигательного нерва, *n. oculomotorius*.

Внутреннее строение. На поперечном разрезе среднего мозга в ножке мозга отчётливо выделяется своим тёмным цветом (за счёт содержащегося в нейронах меланина) чёрное вещество, *substantia nigra*. Оно простирается в ножке мозга от моста до промежуточного мозга. Условно чёрное вещество делит ножку мозга на два отдела: дорсальный – покрывка среднего мозга, *tegmentum mesencephali*, и вентральный отдел – основание ножи мозга, *basis pedunculi cerebri*.

Кроме того, на поперечном срезе среднего мозга видна полость, которая представляет собой на протяжении узкий канал длиной около 1,5 см. Этот канал называется водопроводом

среднего мозга, *aqueductus mesencephali*, соединяет полость III желудочка с полостью IV желудочка и содержит спинномозговую жидкость. По своему происхождению водопровод мозга является производным полости среднего мозгового пузыря.

Покрышка среднего мозга простирается от чёрного вещества до уровня водопровода мозга. В покрышке среднего мозга залегают ядра среднего мозга и проходят восходящие проводящие пути. Самым заметным ядром является красное ядро, *nucleus ruber*, в пределах которого выделяют краниально расположенную мелкоклеточную часть и каудально расположенную крупноклеточную часть. Красное ядро имеет удлинённую форму и простирается от уровня нижних холмиков до таламуса. Своё название это ядро получило в связи с наличием тонкой обильной васкуляризации составляющих его структур. От красных ядер начинается красноядерно-спинномозговой путь и в них заканчивается большая часть волокон верхних мозжечковых ножек.

В покрышке мозга, латерально и кверху от красного ядра, виден пучок волокон, входящих в состав медиальной петли, *lemniscus medialis*. Нервные волокна, входящие в состав медиальной петли, формируются за счёт так называемых внутренних дугообразных волокон, *fibrae arcuatae internae*. Последние являются отростками клеток ядер пучков Голля и Бурдаха (пути проприоцептивной чувствительности) и направляются из продолговатого мозга к ядрам таламуса вместе с волокнами общей чувствительности (температурной, болевой), формирующими спиноталамический путь, *tractus spinothalamicus*.

Кверху и кнутри от медиальной петли располагается ретикулярная формация, *formatio reticularis*.

Вокруг водопровода среднего мозга расположено центральное серое вещество, *substantia grisea centralis*, в котором в области дна водопровода находятся ядра двух пар ЧМН. На уровне верхних холмиков, вблизи средней линии, находится парное ядро глазодвигательного нерва, *nucleus n. oculomotorii*. Кнутри от него локализуется парасимпатическое добавочное ядро глазодвигательного нерва, *nucleus oculomotorius accessorius* (ядро Якубовича-Эдингера-Вестфаля). Волокна, отходящие от добавочного ядра, иннервируют мышцу, суживающую зрачок и ресничную мышцу. Здесь же находится одно из ядер ретикулярной формации – промежуточное ядро, *nucleus interstitialis* (ядро Кахаля). Отростки клеток этого ядра участвуют в образовании переднего ретикулоспинального пути и заднего продольного пучка.

На уровне нижних холмиков в вентральных отделах центрального серого вещества залегают парное ядро IV пары ЧМН – ядро блокового нерва, *nucleus n. trochlearis*.

В латеральных отделах центрального серого вещества на протяжении всего среднего мозга располагается ядро среднемозгового пути тройничного нерва, *nucleus mesencephalicus n. trigemini* (V пара ЧМН). Отростки клеток этого ядра образуют в покрышке среднего мозга волокна так называемой тройничной петли, *lemniscus trigeminalis*, которая направляется к ядрам таламуса.

В вентральных отделах покрышки среднего мозга выделяют также перекресты покрышки, *decussationes tegmenti*. Один из перекрестов – дорсальный перекрест покрышки образован волокнами покрышечно-спинномозгового пути, *tractus tectospinalis*. Другой – вентральный перекрест покрышки, образован красноядерно-спинномозговым путем, *tractus rubrospinalis*.

Основание ножки мозга образовано нисходящими проводящими путями. Самый внутренний (медиальный) отдел ножки образован лобно-мостовым путём, *tractus frontopontinus* (часть общего корково-мостового пути). Он занимает примерно пятую часть основания ножки. Самую наружную (латеральную) пятую часть основания ножки занимает височно-теменно-затылочно-мостовой путь, *tractus occipito-temporo-parieto-pontinus*. Этот тракт также является частью общего корково-мостового пути.

Среднюю часть (3/5) основания ножки занимают пирамидные пути. Медиально проходят корково-ядерные волокна, латерально проходят корково-спинномозговые волокна.

В составе среднего мозга различают структуры, относящиеся к экстрапирамидной системе. Это чёрное вещество, красное ядро, промежуточное ядро. Экстрапирамидная система обеспечивает тонус мышц и управляет автоматическими неосознанными движениями тела.

2.2. Анатомия чёрной субстанции

Субстанция является одной из древнейших частей в структуре мозга, расположенная в его сердцевине – четверохолмии среднего мозга. Исторически она отвечала за движения наших предков, затем, когда они усложнились, изменилось и строение. Черное вещество обрастало нервными связями, формируя более сложную структуру.

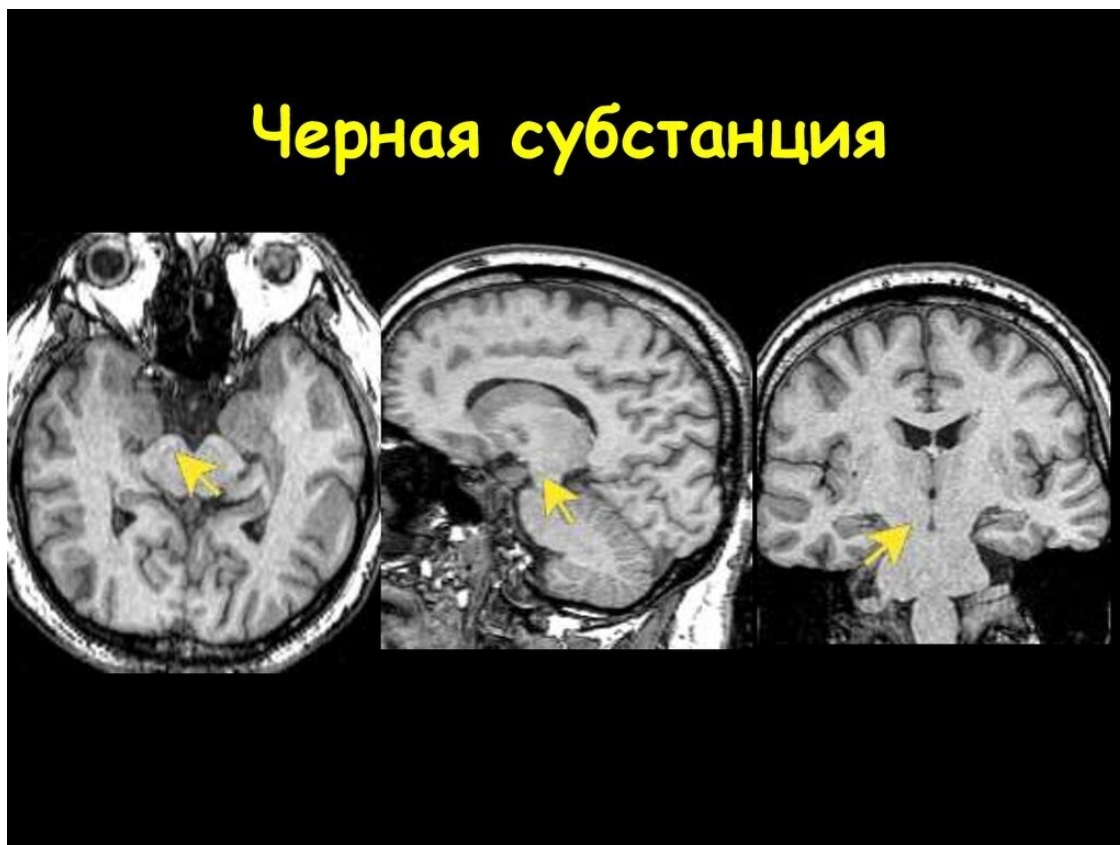


Рис. 8. Расположение чёрной субстанции (рисунок из интернета)

Название чёрное вещество получило благодаря действию пигмента – **нейромеланина**, окрашивающего клетки в тёмный цвет. Чёрное вещество среднего мозга неоднородно, оно разделено на две половинки: правую и левую. Кроме того, в субстанции выделяют два слоя: **вентральный** и **компактный**. Вентральный находится ближе к передней части головы, а компактный – к задней. Первый обеспечивает синтез нейромедиатора дофамина, второй – занимается переработкой поступающей информации и передачей её в другие структуры. УЗИ чёрной субстанции головного мозга показывает, что она связана со всеми отделами, но наиболее тесно – с базальными ганглиями и зрительными буграми.

В 1910 году в ней выделили две части: *pars compacta* и *pars reticulata*. Первая косвенно управляет движением (электрическая стимуляция не приводит к действиям), а вторая служит важным процессовым центром в базальных ганглиях. Гибель дофаминергических нейронов в *pars compacta* – один из симптомов болезни Паркинсона, из-за чего у больных развиваются нарушения в движениях.

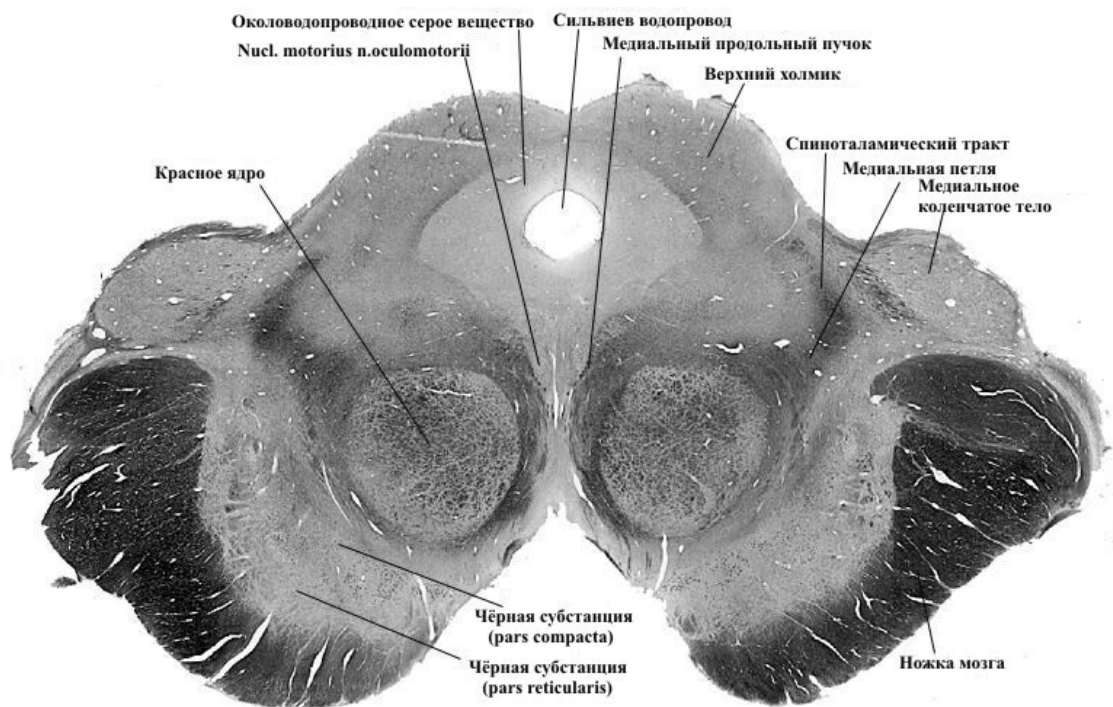


Рис. 9. Поперечный срез среднего мозга. Видны ядра, включая среднюю субстанцию (рисунок из интернета)

2.3. Анатомия красного ядра

В покрышке среднего мозга самым крупным и заметным на поперечном разрезе среднего мозга является красное ядро (nucl. ruber). Оно располагается чуть выше чёрного вещества и имеет удлинённую форму. Чёрное вещество и красные ядра участвуют в регуляции мышечного тонуса и подсознательных автоматических движений. Красное ядро расположено в среднем мозге на уровне четверохолмия. Главным эфферентным путём от него служит руброспинальный тракт, перекрещивающийся сразу после выхода из красного ядра и спускающийся в белом веществе спинного мозга. Электрическое раздражение руброспинального тракта сопровождается преимущественным возбуждением мотонейронов сгибателей.



Рис. 10. Расположение красного ядра выделено красным цветом (рисунок из интернета)

Это удлинённое колбасовидное образование простирается в покрышке ножки мозга от гипоталамуса промежуточного мозга до нижнего двухолмия, где от него начинается важный нисходящий тракт, tractus rubrospinalis, соединяющий красное ядро с передними рогами спинного мозга. Пучок этот после выхода из красного ядра перекрещивается с аналогичным пучком противоположной стороны в вентральной части срединного шва – вентральный перекрест покрышки. **Цвет красного ядра обусловлен железом, которое присутствует по крайней мере в двух различных формах: в виде гемоглобина и ферритина.**

При диаметре около 5 мм он охватывает область от нижней части верхних бугорков до субталамической части диэнцефалона в среднем мозге. Каждое из ядер состоит из каудальной магноцеллюлярной и ростральной парвоцеллюлярной частей, которые дают начало специфическим эфферентным трактам. Каждое красное ядро прокальвается (но не сообщается) гла-

зодвигательным нервом (СN II) до того, как нерв покидает средний мозг и проходит через межножковую ямку. Волокна верхней мозжечковой ножки и ретрофлексного фасцикула также пересекают эту структуру. Это придаёт красному ядру перфорированный вид при окрашивании пятнами Вайгерта.

Часть красного ядра	Мелкоклеточная часть (parvocellular nucleus ruber)	Крупноклеточная часть (magnocellular nucleus ruber)
Нейромедиаторы	ГАМК, глутамат	Глутамат
Значение	Связана с мозжечком Даёт начало красноядерно-оливарному тракту	Даёт начало руброспинальному тракту
Эволюция	Связана с процессами двигательного обучения, развита у человека	Древний двигательный центр

Рис. 11. Таблица содержания медиаторов в мелко- и крупноклеточной частях красного ядра (рисунок из интернета)

Перед красным ядром находится передняя тегментальная декуссия, межножковые ядра и медиальная треть pars reticulata чёрной субстанции. С боков видны мозжечковые волокна и медиальный лемнисковый тракт. Центральный тегментальный тракт (представляющий собой парную структуру) расположен кзади от каждого красного ядра. К другим задне связанным структурам относятся медиальные продольные фасцикулы, глазодвигательные ядра, мезенцефальные ядра и тракты, тригеминоталамические (передний и задний тракты) и околопроводная серая область.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

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

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