

## ЛЕКЦИЯ 8. ФИЗИОЛОГИЯ СПИННОГО МОЗГА И МОЗГОВОГО СТВОЛА.

### 8.1. РОЛЬ СПИННОГО МОЗГА В РЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА: ВЕГЕТАТИВНЫЕ И СОМАТИЧЕСКИЕ ЦЕНТРЫ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ.

- Центральная нервная система делится на спинной мозг, мозговой ствол и большие полушария. Спинной мозг - это наиболее простой, примитивный по строению и физиологическим функциям отдел ЦНС. Спинной мозг человека имеет 31—33 сегмента: 8 шейных (C1—C8), 12 грудных (T1—T12), 5 поясничных (L1—L5), 5 крестцовых (S1—S5), 1—3 копчиковых (Co1—Co3). Задние корешки - состоят из чувствительных проводников, передние - из двигательных (закон Белла-Мажанди). В спинном мозгу находятся клеточные тела мотонейронов, иннервирующих все скелетные мышцы (за исключением лица) и тела нейронов, направляющих свои волокна к ганглиям вегетативной нервной системы. От спинного мозга отходит 31 пара спинномозговых нервов.
- Задние корешки образованы аксонами афферентных нейронов, тела которых лежат вне ЦНС, а дендриты этих нейронов связаны с рецепторами. При этом окончания одних афферентных волокон заканчиваются на нейронах спинного мозга, а другие подходят к нейронам продолговатого мозга.
- Передние корешки состоят из аксонов мотонейронов передних рогов спинного мозга и аксонов боковых рогов. Волокна мотонейронов иннервируют скелетные мышцы, а вторые волокна переключаются в автономных ганглиях на другие нейроны, иннервирующие внутренние органы. Афферентные (двигательные) нейроны расположены в передних рогах спинного мозга, и их волокна иннервируют всю скелетную мускулатуру.
- Нейроны спинного мозга образуют его серое вещество в виде симметрично расположенных двух передних и двух задних рогов в шейном, поясничном и крестцовом отделах. Серое вещество распределено на ядра, вытянутые по длине спинного мозга, и на поперечном разрезе располагается в форме буквы Н. В грудном отделе спинной мозг имеет, помимо названных, еще и боковые рога.
- Задние рога выполняют главным образом сенсорные функции и содержат нейроны, передающие сигналы в вышележащие центры, в симметричные структуры противоположной стороны либо к передним рогам спинного мозга.

- В передних рогах находятся нейроны, дающие свои аксоны к мышцам. Все нисходящие пути центральной нервной системы, вызывающие двигательные реакции, заканчиваются на нейронах передних рогов. В связи с этим Шер-рингтон назвал их «общим конечным путем». Начиная с I грудного сегмента спинного мозга и до первых поясничных сегментов, в боковых рогах серого вещества располагаются нейроны симпатического, а в крестцовых — пара-симпатического отдела автономной (вегетативной) нервной системы.
- Спинной мозг осуществляет помимо головного мозга собственную интегративную функцию, поскольку участвует в сложных процессах координации функций на своем уровне. Спинной мозг человека содержит около 13 млн. нейронов, из них 3% — мотонейроны, а 97% — вставочные. Функционально нейроны спинного мозга можно разделить на 4 основные группы:
  - 1) мотонейроны, или двигательные, — клетки передних рогов, аксоны которых образуют передние корешки;
  - 2) интернейроны — нейроны, получающие информацию от спинальных ганглиев и располагающиеся в задних рогах. Эти нейроны реагируют на болевые, температурные, тактильные, вибрационные, проприоцептивные раздражения;
  - 3) симпатические, парасимпатические нейроны расположены преимущественно в боковых рогах. Аксоны этих нейронов выходят из спинного мозга в составе передних корешков;
  - 4) ассоциативные клетки — нейроны собственного аппарата спинного мозга, устанавливающие связи внутри и между сегментами.
- Мотонейроны спинного мозга функционально делят на  $\alpha$ - и  $\gamma$ -нейроны.  $\alpha$ -Мотонейроны образуют прямые связи с чувствительными путями, идущими от экстрафузальных волокон мышечного веретена, имеют до 20 000 синапсов на своих дендритах и характеризуются низкой частотой импульсации (10—20 в секунду),  $\gamma$ -Мотонейроны, иннервирующие интрафузальные мышечные волокна мышечного веретена, получают информацию о его состоянии через промежуточные нейроны. Сокращение интрафузального мышечного волокна не приводит к сокращению мышцы, но повышает частоту разрядов импульсов, идущих от рецепторов волокна в спинной мозг. Эти нейроны обладают высокой частотой импульсации (до 200 в секунду).

- Интернейроны. Эти промежуточные нейроны, генерирующие импульсы с частотой до 1000 в секунду, являются фоновоактивными и имеют на своих дендритах до 500 синапсов. Функция интернейронов заключается в организации связей между структурами спинного мозга и обеспечении влияния восходящих и нисходящих путей на клетки отдельных сегментов спинного мозга. Очень важной функцией интернейронов является торможение активности нейронов, что обеспечивает сохранение направленности пути возбуждения. Возбуждение интернейронов, связанных с моторными клетками, оказывает тормозящее влияние на мышцы-антагонисты.
- Нейроны симпатического отдела автономной системы. Расположены в боковых рогах сегментов грудного отдела спинного мозга. Эти нейроны являются фоновоактивными, но имеют редкую частоту импульсации (3—5 в секунду).
- Морфологических границ между сегментами спинного мозга не существует, поэтому деление на сегменты является функциональным и определяется зоной распределения в нем волокон заднего корешка и зоной клеток, которые образуют выход передних корешков. Каждый сегмент через свои корешки иннервирует три метамера тела и получает информацию также от трех метамеров тела. В итоге перекрытия каждый метамер тела иннервируется тремя сегментами и передает сигналы в три сегмента спинного мозга.
- Нейроны парасимпатического отдела автономной системы. Локализуются в сакральном отделе спинного мозга и являются фоновоактивными.
- Проводящие пути спинного мозга. Белое вещество спинного мозга состоит из миелиновых волокон, которые собраны в пучки. Ассоциативные, или проприоспинальные, пути связывают между собой нейроны одного или разных сегментов спинного мозга. Нисходящие пути связывают отделы головного мозга с моторными или вегетативными эфферентными нейронами. Цереброспинальные нисходящие пути начинаются от нейронов структур головного мозга и заканчиваются на нейронах сегментов спинного мозга. Сюда относятся следующие пути: передний (прямой) и латеральный (перекрещенный) корково-спинномозговой (от пирамидных нейронов пирамидной и экстра-пирамидной коры, обеспечивающие регуляцию произвольных движений), красноядерно-спинномозговой (руброспинальный), преддверно-спинномозговой (вестибулоспинальный), ретикулярно-спинномозговой (ретикулоспинальный) пути участвуют в регуляции тонуса мускулатуры.

- Повреждения проводникового аппарата спинного мозга приводят к нарушениям двигательной или чувствительной системы ниже участка повреждения. Пересечение пирамидального пути вызывает ниже перерезки гипертонус мышц (мотонейроны спинного мозга освобождаются от тормозного влияния пирамидных клеток коры) и, как следствие, к спастическому параличу. При пересечении чувствительных путей полностью утрачивается мышечная, суставная, болевая и другая чувствительность ниже места перерезки спинного мозга.
- Спинной мозг имеет двустороннюю связь с головным мозгом, и поэтому кроме рефлекторной функции выполняет проводниковую, благодаря наличию многих как восходящих, так и нисходящих проводящих путей, о которых вам известно уже из курса анатомии и гистологии.
- Повреждение спинного мозга влечет за собой закономерное нарушение его функций. опыты на животных свидетельствуют, что перерезка спинного мозга, частичная или полная, нарушает и собственную рефлекторную деятельность спинного мозга, и его проводниковую и тоническую функцию. Так, еще со времен Броун-Секара известно, что односторонняя перерезка спинного мозга вызывает ниже области перерезки прекращение произвольных движений на ипсилатеральной стороне и исчезновение болевой, температурной и отчасти тактильной чувствительности на контралатеральной. Полный перерыв спинного мозга является причиной глубоких двусторонних нарушений рецепции и произвольных движений.
- В случаях изолированного поражения заднего рога утрачивается болевая и температурная чувствительность на стороне повреждения, а тактильная и проприоцептивная сохраняется, так как из заднего корешка аксоны температурной и болевой чувствительности идут в задний рог, а аксоны тактильной и проприоцептивной — прямо в задний столб и по проводящим путям поднимаются вверх.
- Вследствие того, что аксоны вторых нейронов болевой и температурной чувствительности идут на противоположную сторону через переднюю серую спайку спинного мозга, при повреждении этой спайки на теле симметрично утрачивается болевая и температурная чувствительность.

- Рефлекторные функции спинного мозга. В спинном мозге находятся центры двигательных (за исключением мышц лица) и автономных рефлексов. Спинной мозг реализует элементарные моносинаптические рефлексы типа ко-ленного, а также осуществляет постоянную импульсацию к скелетным мышцам, поддерживая мышечный тонус. Автономные нейроны, выходящие из спинномозговых ганглиев, иннервируют все внутренние органы и осуществляют рефлексы, регулирующие их деятельность.
- Кроме собственных рефлексов спинной мозг выполняет проводниковую функцию, которая заключается в том, что по волокнам спинного мозга передается сенсорная информация в вышележащие отделы ЦНС с периферии и управляющие сигналы из головного мозга на периферию.
- В спинном мозге расположены: центр диафрагмального нерва (3-4 шейный сегмент), центры мускулатуры верхних конечностей (5-8 шейные сегменты), центры мускулатуры груди, живота и спины (грудной отдел), центры нижних конечностей (поясничное утолщение), вегетативные центры (грудной и сакральный отделы) Все эти центры являются ответственными за множество рефлекторных актов, присущих спинному мозгу, и за осуществление тонической функции (проприоцептивные тонические рефлексы с участием гамма-мотонейронов спинного мозга).
- К числу рефлексов спинного мозга, исследование которых имеет клиническое значение, относятся коленный, ахиллов, разгибательные ладонные рефлексы, сгибательные рефлексы, чесательные, локомоторные и др.
- Рассмотрим некоторые рефлексы спинного мозга.
- Миотатические рефлексы — рефлексы на растяжение мышцы. Быстрое растяжение мышцы, всего на несколько миллиметров механическим ударом по ее сухожилию приводит к сокращению всей мышцы и двигательной реакции. Например, легкий удар по сухожилию надколенной чашечки вызывает сокращение мышц бедра и разгибание голени. Дуга этого рефлекса следующая: мышечные рецепторы четырехглавой мышцы бедра - спинальный ганглий - задние корешки - задние рога III поясничного сегмента - мотонейроны передних рогов того же сегмента - экстрафузальные волокна четырехглавой мышцы бедра. Реализация этого рефлекса была бы невозможна, если бы одновременно с сокращением мышц-разгибателей не расслаблялись мышцы-сгибатели. Рефлекс на растяжение свойствен всем мышцам, но у мышц-разгибателей, они хорошо выражены и легко вызываются.

- Рефлексы с рецепторов кожи носят характер, зависящий от силы раздражения, вида раздражаемого рецептора, но чаще всего конечная реакция выглядит в виде усиления сокращения мышц-сгибателей.
- Висцеромоторные рефлексы возникают при стимуляции афферентных нервов внутренних органов и характеризуются появлением двигательных реакций мышц грудной клетки и брюшной стенки, мышц разгибателей спины.
- Рефлексы автономной нервной системы имеют свои пути. Они начинаются от различных рецепторов, входят в спинной мозг через задние корешки, задние рога, далее в боковые рога, нейроны которых через передний корешок посылают аксоны не непосредственно к органам, а к ганглию симпатического или парасимпатического отдела автономной нервной системы.
- Автономные (вегетативные) рефлексы обеспечивают реакцию внутренних органов, сосудистой системы на раздражение висцеральных, мышечных, кожных рецепторов. Эти рефлексы отличаются большим латентным периодом (ЛП) двумя фазами реакции: первая — ранняя — возникает с ЛП 7—9 мс и реализуется ограниченным числом сегментов, вторая — поздняя — возникает с большим ЛП — до 21 мс и вовлекает в реакцию практически все сегменты спинного мозга. Поздний компонент вегетативного рефлекса обусловлен во-влечением в него вегетативных центров головного мозга.
- Сложной формой рефлекторной деятельности спинного мозга является рефлекс, реализующий произвольное движение. В основе реализации произвольного движения лежит  $\gamma$ -афферентная рефлекторная система. В нее входят пирамидная кора, экстрапирамидная система,  $\alpha$ - и  $\gamma$ -мотонейроны спинного мозга, экстра- и интрафузальные волокна мышечного веретена.

- Следствия повреждения спинного мозга. Поражение переднего рога и переднего корешка спинного мозга приводит к параличу мышц, которые теряют тонус, атрофируются, при этом исчезают рефлексy, связанные с пораженным сегментом. В случае поражения боковых рогов спинного мозга исчезают кожные сосудистые рефлексy, нарушается потоотделение, наблюдаются трофические изменения кожи, ногтей. При одностороннем поражении парасимпатического отдела автономной нервной системы на уровне крестцовых отделов спинного мозга нарушений дефекации и мочеиспускания не наблюдается, так как корковая иннервация этих центров является двусторонней.
- При травмах у человека в ряде случаев происходит полное или поло-винное пересечение спинного мозга. При половинном латеральном повреждении спинного мозга развивается синдром Броун-Секара. Он проявляется в том, что на стороне поражения спинного мозга (ниже места поражения) развивается паралич двигательной системы вследствие повреждения пирамидных путей. На противоположной поражению стороне движения сохраняются.
- На стороне поражения (ниже места поражения) нарушается проприо-цептивная чувствительность. Это обусловлено тем, что восходящие пути глубокой чувствительности идут по своей стороне спинного мозга до продолговатого мозга, где происходит их перекрест.
- На противоположной стороне туловища (относительно повреждения спинного мозга) нарушается болевая чувствительность, так как проводящие пути болевой чувствительности кожи идут от спинального ганглия в задний рог спинного мозга, где переключаются на новый нейрон, аксон которого переходит на противоположную сторону. В итоге если повреждена левая половина спинного мозга, то исчезает болевая чувствительность правой половины туловища ниже повреждения.
- Полную перерезку спинного мозга в экспериментах на животных производят для исследования влияния вышележащих отделов ЦНС на нижележащие. После полного пересечения спинного мозга возникает спинальный шок. Это явление заключается в том, что все центры ниже перерезки перестают организовывать присущие им рефлексy. Нарушение рефлекторной деятельности после пересечения спинного мозга у разных животных длится разное время. У лягушек оно исчисляется десятками секунд, у кролика рефлексy восстанавливаются через 10—15 мин, у собак отдельные рефлексy, например, мышечного сокращения, восстанавливаются через несколько часов, другие — через несколько дней (рефлексy регуляции артериального давления), через недели восстанавливаются рефлексy мочеиспускания. У обезьян первые признаки восстановления рефлексов после перерезки спинного мозга появляются через несколько суток; у человека первые спинальные рефлексy восстанавливаются через несколько недель, а то и месяцев. Следовательно, чем сложнее организация ЦНС у животного, тем сильнее контроль вышележащих отделов мозга над нижележащими. То, что причиной шока является нарушение су-спинальных влияний, доказывается повторной перерезкой спинного мозга ниже места первой перерезки. В этом случае спинальный шок не возникает, рефлекторная деятельность спинного мозга сохраняется. По истечении длительного периода времени после шока спинальные рефлексy резко усиливаются, что объясняется устранением тормозного влияния ретикулярной формации ствола мозга на рефлексy спинного мозга.



- 8.2. ПРОДОЛГОВАТЫЙ МОЗГ И МОСТ: ЦЕНТРЫ И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ИМ РЕФЛЕКСЫ, ИХ ОТЛИЧИЯ ОТ РЕФЛЕКСОВ СПИННОГО МОЗГА.
- Продолговатый мозг. Непосредственным продолжением спинного мозга у всех позвоночных животных является продолговатый мозг, формирующийся в процессе онтогенеза из заднего мозгового пузыря головного конца мозговой трубки. Продолговатый мозг сохраняет в чертах своего строения отдельные признаки сегментарных примитивных отношений, типичных для спинного мозга. Однако правильность в распределении серого и белого вещества здесь значительно нарушена. В результате структурных и функциональных перестроек, сопровождающих процесс филогенеза, скопления клеточных тел привели к образованию т.н. ядер продолговатого мозга, являющихся центрами более или менее сложных рефлекторных функций. Часть этих ядер входит в состав ретикулярной формации продолговатого мозга. Из 12 пар черепномозговых нервов восемь (с 5 по 12) берут свое начало от продолговатого мозга.
- В продолговатом мозге находятся центры афферентной иннервации различных мимических мышц лица, слизистой оболочки ротовой полости, глаза, лабиринта внутреннего уха и многих внутренних органов - органов дыхания, пищеварения, кровообращения. Спинномозговые афферентные нервы связывают продолговатый мозг с рецепторами кожи и скелетной мускулатуры. Сфера рецепции, на которую опирается в своей рефлекторной деятельности продолговатый мозг, значительно расширена по сравнению со спинномозговой рецепцией.
- Эфферентные волокна черепномозговых нервов, равно как связанные с продолговатым мозгом эфферентные волокна спинномозговых путей, в том числе и вегетативной нервной системы, формируют рефлекторные дуги, при помощи которых продолговатый мозг осуществляет рефлекторную иннервацию жизненно важных органов.
- Основная биологическая роль рефлекторной деятельности продолговатого мозга заключается в обеспечении через регуляцию функций иннервируемых им органов постоянства внутренней среды организма (гомеостаза). На уровне продолговатого мозга осуществляется рефлекторная регуляция таких жизненно важных функций, как акт дыхания, защитные рефлексы, связанные с деятельностью дыхательной системы (чихание, кашель), регуляция сердечно-сосудистой деятельности, деятельности пищеварительного аппарата (как секреторной, так и моторной), рефлексы сосания, жевания, глотания, рвоты, моргания, слезотечения, потоотделения и т.п.).

-

- Наряду с регуляцией вегетативных функций продолговатый мозг за счет связи с проприорецепторами выполняет роль регулятора тонуса скелетной мускулатуры. Рефлекторная деятельность продолговатого мозга обеспечивает тоническое напряжение прежде всего разгибателей, предназначенных для преодоления силы тяжести (позотонические рефлексy, осуществляющиеся при участии лабиринтных рецепторов и проприорецепторов скелетных мышц).
- Наряду с рефлекторной и тонической функциями, продолговатый мозг выполняет и проводниковую функцию. Достаточно указать, что через него осуществляется эфферентная нисходящая связь между двигательными зонами коры больших полушарий и двигательными центрами спинного мозга (пирамидный тракт). Через продолговатый мозг осуществляется и афферентная связь между спинным мозгом и выше лежащими отделами.
- К указанному можно прибавить, что продолговатый мозг как относительно высший отдел ЦНС регулирует работу более примитивного спинного мозга. Эта координационная функция нацелена на объединение всех сегментов спинного мозга в единое целое, на обеспечение условий для целостной деятельности спинного мозга.

- Повреждение продолговатого мозга связано с нарушением или полным выпадением функций, регулируемых этим отделом ЦНС. Очевидно, что полное разрушение продолговатого мозга ведет к гибели животных, для которых относительное постоянство внутренней среды является обязательным условием существования. Более примитивные животные переносят в течение известного времени разрушение продолговатого мозга, но и у них рефлекторная регуляция функций претерпевает известные нарушения. У человека заболевания продолговатого мозга чрезвычайно тяжело сказываются на всех видах деятельности организма. Непосредственной причиной неизбежной смерти является нарушение деятельности дыхательной системы.
- Продолговатый мозг за счет своих ядерных образований и ретикулярной формации участвует в реализации вегетативных, соматических, вкусовых, слуховых, вестибулярных рефлексов. Особенностью продолговатого мозга является то, что его ядра, возбуждаясь последовательно, обеспечивают выполнение сложных рефлексов, требующих последовательного включения разных мышечных групп, что наблюдается, например, при глотании.

- Сенсорные функции. Продолговатый мозг регулирует ряд сенсорных функций: рецепцию кожной чувствительности лица — в сенсорном ядре тройничного нерва; первичный анализ рецепции вкуса — в ядре языкоглоточного нерва; рецепцию слуховых раздражений — в ядре улиткового нерва; рецепцию вестибулярных раздражений — в верхнем вестибулярном ядре. В задне-верхних отделах продолговатого мозга проходят пути кожной, глубокой, висцеральной чувствительности, часть из которых переключается здесь на второй нейрон (тонкое и клиновидное ядра). На уровне продолговатого мозга первичные сенсорные функции реализуют первичный анализ силы и качества раздражения, далее обработанная информация передается в подкорковые структуры для определения биологической значимости данного раздражения.
- Проводниковые функции. Через продолговатый мозг проходят все восходящие и нисходящие пути спинного мозга: спинно-таламический, кортикоспинальный, руброспинальный. В нем берут начало вестибулоспинальный, оливоспинальный и ретикулоспинальный тракты, обеспечивающие тонус и координацию мышечных реакций. В продолговатом мозге заканчиваются пути из коры большого мозга — корково-ретикулярные пути. Здесь заканчиваются восходящие пути проприоцептивной чувствительности из спинного мозга: тонкого и клиновидного. Такие образования головного мозга, как мост, средний мозг, мозжечок, таламус, гипоталамус и кора большого мозга, имеют двусторонние связи с продолговатым мозгом. Наличие этих связей свидетельствует об участии продолговатого мозга в регуляции тонуса скелетной мускулатуры, вегетативных и высших интегративных функций, анализе сенсорных раздражений.
- Рефлекторные функции. Многочисленные рефлексы продолговатого мозга делят на жизненно важные и нежизненно важные, однако такое представление достаточно условно. Дыхательные и сосудодвигательные центры продолговатого мозга можно отнести к жизненно важным центрам, так как в них замыкается ряд сердечных и дыхательных рефлексов.

- Изменение позы осуществляется за счет статических и статокинетических рефлексов. Статические рефлексы регулируют тонус скелетных мышц с целью удержания определенного положения тела. Статокинетические рефлексы продолговатого мозга обеспечивают перераспределение тонуса мышц туловища для организации позы, соответствующей моменту прямолинейного или вращательного движения.
- Большая часть автономных рефлексов продолговатого мозга реализуется через расположенные в нем ядра блуждающего нерва, которые получают информацию о состоянии деятельности сердца, сосудов, пищеварительного тракта, легких, пищеварительных желез и др. В ответ на эту информацию ядра организуют двигательную и секреторную реакции названных органов. Возбуждение ядер блуждающего нерва вызывает усиление сокращения гладких мышц желудка, кишечника, желчного пузыря и одновременно расслабление сфинктеров этих органов. При этом замедляется и ослабляется работа сердца, сужается просвет бронхов. Деятельность ядер блуждающего нерва проявляется также в усилении секреции бронхиальных, желудочных, кишечных желез, в возбуждении поджелудочной железы, секреторных клеток печени.
- В продолговатом мозге локализуется центр слюноотделения, парасимпатическая часть которого обеспечивает усиление общей секреции, а симпатическая — белковой секреции слюнных желез.
- В структуре ретикулярной формации продолговатого мозга расположены дыхательный и сосудодвигательный центры. Особенность этих центров в том, что их нейроны способны возбуждаться рефлексорно и под действием химических раздражителей.

- Дыхательный центр локализуется в медиальной части ретикулярной формации каждой симметричной половины продолговатого мозга и разделен на две части, вдоха и выдоха.
- В ретикулярной формации продолговатого мозга представлен другой жизненно важный центр — сосудодвигательный центр (регуляции сосудистого тонуса). Он функционирует совместно с вышележащими структурами мозга и прежде всего с гипоталамусом. Возбуждение сосудодвигательного центра всегда изменяет ритм дыхания, тонус бронхов, мышц кишечника, мочевого пузыря, цилиарной мышцы и др. Это обусловлено тем, что ретикулярная формация продолговатого мозга имеет синаптические связи с гипоталамусом и другими центрами.
- В средних отделах ретикулярной формации находятся нейроны, образующие ретикулоспинальный путь, оказывающий тормозное влияние на мотонейроны спинного мозга. На дне IV желудочка расположены нейроны «голубого пятна». Их медиатором является норадреналин. Эти нейроны вызывают активацию ретикулоспинального пути в фазу «быстрого» сна, что приводит к торможению спинальных рефлексов и снижению мышечного тонуса.

- Продолговатый мозг организует и реализует ряд защитных рефлексов: рвоты, чиханья, кашля, слезоотделения, смыкания век. Эти рефлексy реализуются благодаря тому, что информация о раздражении рецепторов слизистой оболочки глаза, полости рта, гортани, носоглотки через чувствительные ветви тройничного и языкоглоточного нервов попадает в ядра продолговатого мозга, отсюда идет команда к двигательным ядрам тройничного, блуждающего, лицевого, языкоглоточного, добавочного или подъязычного нервов, в результате реализуется тот или иной защитный рефлекс. Точно так же за счет последовательного включения мышечных групп головы, шеи, грудной клетки и диафрагмы организуются рефлексy пищевого поведения: сосания, жевания, глотания.
- Кроме того, продолговатый мозг организует рефлексy поддержания позы. Эти рефлексy формируются за счет афферентации от рецепторов преддверия улитки и полукружных каналов в верхнее вестибулярное ядро; отсюда переработанная информация оценки необходимости изменения позы посылается к латеральному и медиальному вестибулярным ядрам. Эти ядра участвуют в определении того, какие мышечные системы, сегменты спинного мозга должны принять участие в изменении позы, поэтому от нейронов медиального и латерального ядра по вестибулоспинальному пути сигнал поступает к передним рогам соответствующих сегментов спинного мозга, иннервирующих мышцы, участие которых в изменении позы в данный момент необходимо.

- **Тоническая функция.** Ядра продолговатого мозга контролируют в основном тонус разгибателей («антигравитационная функция»), поэтому для бульбарного животного характерна т.н. децеребрационная ригидность мускулатуры. Возникновение ее обусловлено тем, что при перерезке ствола мозга между средним и продолговатым тонические центры продолговатого мозга выходят из под контроля красного ядра и в полной мере осуществляют свою функцию.
- **Симптомы повреждения.** Повреждение левой или правой половины продолговатого мозга выше перекреста восходящих путей проприоцептивной чувствительности вызывает на стороне повреждения нарушения чувствительности и работы мышц лица и головы. В то же время на противоположной стороне относительно стороны повреждения наблюдаются нарушения кожной чувствительности и двигательные параличи туловища и конечностей. Это объясняется тем, что восходящие и нисходящие проводящие пути из спинного мозга и в спинной мозг перекрещиваются, а ядра черепных нервов иннервируют свою половину головы, т. е. черепные нервы не перекрещиваются.



## 8.3 СРЕДНИЙ МОЗГ: ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРЫ И ИХ ФУНКЦИИ, СТАТИЧЕСКИЕ И СТАТОКИНЕТИЧЕСКИЕ РЕФЛЕКСЫ.

- В строении среднего мозга уже окончательно утрачиваются сегментарные признаки. Клеточные элементы образуют здесь сложные скопления в виде ядерных образований, относящихся как непосредственно к среднему мозгу, так и входящих в состав ретикулярной формации мозгового ствола. Ядра сенсорного, афферентного значения располагаются в дорзальной части среднего мозга (четверохолмие), ядра эфферентного значения - в вентральной его части (красное ядро, черная субстанция и др.).
- Мост (pons cerebri, pons Varolii) располагается выше продолговатого мозга и выполняет сенсорные, проводниковые, двигательные, интегративные рефлекторные функции. В состав моста входят ядра лицевого, тройничного, отводящего, преддверно-улиткового нерва (вестибулярные и улитковые ядра), ядра преддверной части преддверно-улиткового нерва (вестибулярного нерва): латеральное (Дейтерса) и верхнее (Бехтерева). Важной структурой моста является средняя ножка мозжечка. Именно она обеспечивает функциональные компенсаторные и морфологические связи коры большого мозга с полушариями мозжечка.
- Сенсорные функции моста обеспечиваются ядрами преддверно-улиткового, тройничного нервов. Улитковая часть преддверно-улиткового нерва заканчивается в мозге в улитковых ядрах; преддверная часть преддверно-улиткового нерва — в треугольном ядре, ядре Дейтерса, ядре Бехтерева. Здесь происходит первичный анализ вестибулярных раздражений их силы и направленности. Чувствительное ядро тройничного нерва получает сигналы от рецепторов кожи лица, передних отделов волосистой части головы, слизистой оболочки носа и рта, зубов и конъюнктивы глазного яблока. Лицевой нерв (п. facialis) иннервирует все мимические мышцы лица. Отводящий нерв (п. abducens) иннервирует прямую латеральную мышцу, отводящую глазное яблоко наружу. Двигательная порция ядра тройничного нерва (п. trigeminus) иннервирует жевательные мышцы, мышцу, натягивающую барабанную перепонку, и мышцу, натягивающую небную занавеску.
- Через средний мозг в составе т.н. ножек мозга и мозжечка проходят многочисленные проводящие пути, связывающие в восходящем и нисходящем направлениях между собой с одной стороны большой мозг и мозжечок, с другой - продолговатый и спинной мозг.
- Наиболее крупным сенсорным образованием среднего мозга является четверохолмие. Передние его бугры являются центрами, обеспечивающими ориентировочные рефлексы организма на световые раздражители. Задние бугры - центры слуховых ориентировочных рефлексов.
- Наиболее важными ядрами среднего мозга являются красное ядро, черное вещество и ядра черепных (глазодвигательного и блокового) нервов, а также ядра ретикулярной формации.

# Тоническая и двигательная функция.

- Реализуется за счет ядра блокового нерва (n. trochlearis), ядер глазодвигательного нерва (n. oculomotorius), красного ядра (nucleus ruber), черного вещества (substantia nigra). Красные ядра располагаются в верхней части ножек мозга. Они связаны с корой большого мозга (нисходящие от коры пути), подкорковыми ядрами, мозжечком, спинным мозгом (руброспинальный путь). Нарушение связей красных ядер с ретикулярной формацией продолговатого мозга ведет к децеребрационной ригидности. Это состояние характеризуется сильным напряжением мышц-разгибателей конечностей, шеи, спины. Основной причиной возникновения децеребрационной ригидности служит выраженное активирующее влияние латерального вестибулярного ядра (ядро Дейтерса) на мотонейроны разгибателей. Это влияние максимально в отсутствие тормозных влияний красного ядра и вышележащих структур, а также мозжечка. При перерезке мозга ниже ядра латерального вестибулярного нерва децеребрационная ригидность исчезает.
- Другое функционально важное ядро среднего мозга — черное вещество — располагается в ножках мозга, регулирует акты жевания, глотания (их последовательность), обеспечивает точные движения пальцев кисти руки, например при письме. Нейроны этого ядра способны синтезировать медиатор дофамин, который поставляется аксональным транспортом к базальным ганглиям головного мозга. Поражение черного вещества приводит к нарушению пластического тонуса мышц. Тонкая регуляция пластического тонуса при игре на скрипке, письме, выполнении графических работ обеспечивается черным веществом. В то же время при длительном удержании определенной позы происходят пластические изменения в мышцах за счет изменения их коллоидных свойств, что обеспечивает наименьшие затраты энергии. Регуляция этого процесса осуществляется клетками черного вещества.

- Красные ядра, получая информацию от двигательной зоны коры большого мозга, подкорковых ядер и мозжечка о готовящемся движении и состоянии опорно-двигательного аппарата, посылают корригирующие импульсы к мотонейронам спинного мозга по руброспинальному тракту и тем самым регулируют тонус мускулатуры, подготавливая его уровень к намечающемуся произвольному движению.
- Нейроны ядер глазодвигательного и блокового нервов регулируют движение глаза вверх, вниз, наружу, к носу и вниз к углу носа. Нейроны добавочного ядра глазодвигательного нерва (ядро Якубовича) регулируют просвет зрачка и кривизну хрусталика.
- Важная группа рефлексов среднего мозга - установочные (выпрямительные) рефлексы (рефлексы перемены и поддержания позы), а также т.н. статокинетические рефлексы (сочетанные движения головы и глаз при вращении - например нистагм). Все эти рефлексы осуществляются при участии рецепторов вестибулярного аппарата и проприорецепторов шейных мышц и тела, и позволяют удерживать выбранную позу и координировать движения тела при ее смене.

- **Рефлекторные функции.** Функционально самостоятельными структурами среднего мозга являются бугры четверохолмия. Верхние из них являются первичными подкорковыми центрами зрительного анализатора (вместе с латеральными коленчатыми телами промежуточного мозга), нижние — слухового (вместе с медиальными коленчатыми телами промежуточного мозга). В них происходит первичное переключение зрительной и слуховой информации.
- Четверохолмие организует ориентировочные зрительные и слуховые рефлексы. У человека четверохолмный рефлекс является сторожевым. В случаях повышенной возбудимости четверохолмий при внезапном звуковом или световом раздражении у человека возникает вздрагивание, иногда вскакивание на ноги, вскрикивание, максимально быстрое удаление от раздражителя, подчас безудержное бегство. При нарушении четверохолмного рефлекса человек не может быстро переключаться с одного вида движения на другое. Следовательно, четверохолмия принимают участие в организации произвольных движений.