**Модуль II. Характеристика физиологических процессов в ЦНС**

**Лекция 4. Физиология спинного мозга**

1. Структурно-функциональная характеристика спинного мозга

2. Проводниковая функция спинного мозга

3. Рефлексы спинного мозга

**1. Структурно-функциональная характеристика**

*Сегменты и утолщения.* Спинной мозг представляет собой тяж длиной около 45 см у мужчин и около 42 см — у женщин, имеет сегментарное строение (31 — 33 сегмента); каждый его сегмент связан с определенной частью тела. Спинной мозг включает пять отделов: шейный (C1 —С8), грудной (Th1 — Th12), поясничный (L1 — L5), крестцовый (S1 —S5) и копчиковый — Со3). В процессе эволюции сформировалось два утолщения: шейное (сегменты, иннервирующие верхние конечности) и пояснично-крестцовое (сегменты, иннервирующие нижние конечности) как результат повышенной нагрузки на эти отделы спинного мозга. У некоторых видов животных подобных утолщений нет, например у змеи, которая передвигается благодаря равномерному участию в процессе движения всей мускулатуры тела. Тренировка любого органа обеспечивает прогрессивное его развитие не только в фило-, но и в онтогенезе, естественно, при этом совершенствуется и функция. Орган, который не получает достаточной нагрузки, постепенно атрофируется. В указанных утолщениях спинного мозга соматические нейроны наиболее крупные, их больше, в каждом корешке этих сегментов больше нервных волокон, они имеют наибольшую толщину. Общее количество нейронов спинного мозга — около 13 млн (3% — мотонейроны, 97% — вставочные нейроны, относящиеся в том числе и к вегетативной нервной системе).

*Классификация нейронов.* Их целесообразно классифицировать по нескольким признакам:

1) по отделу нервной системы (нейроны соматической и вегетативной нервной системы);

2) по назначению, т. е. по направлению информации (эфферентные, афферентные, вставочные, ассоциативные);

3) по влиянию (возбуждающие и тормозные).

Эфферентные нейроны спинного мозга, относящиеся к соматической нервной системе, являются эффекторными, поскольку они иннервируют непосредственно рабочие органы — эффекторы (скелетные мышцы), их называют мотонейронами. Различают альфа- и гамма-мотонейроны. Альфа-мотонейроны иннервируют скелетную мускулатуру, их аксоны характеризуются высокой скоростью проведения возбуждения — 70—120 м/с. Гамма-мотонейроны рассеяны среди альфа-мотонейронов, их активность регулируется нейронами вышележащих отделов ЦНС, они иннервируют интрафузальные мышечные волокна мышечного веретена (мышечного рецептора). Эти нейроны обладают высокой лабильностью — до 200 имп/с, но их аксонам свойственна более низкая скорость проведения возбуждения — 10 — 40 м/с.

Афферентные нейроны соматической нервной системы локализуются в спинальных ганглиях и ганглиях черепных нервов. Их отростки, проводящие афферентную импульсацию от мышечных, сухожильных и кожных рецепторов, вступают в соответствующие сегменты спинного мозга и образуют синаптические контакты либо непосредственно на альфа-мотонейронах (возбуждающие синапсы), либо на вставочных нейронах. Вставочные (промежуточные) нейроны устанавливают связь с мотонейронами спинного мозга, с чувствительными нейронами, а также обеспечивают связь спинного мозга с ядрами ствола мозга, а через них — с корой большого мозга. Вставочные нейроны могут быть как возбуждающими, так и тормозными, имеющими высокую лабильность — до 1000 имп/с.

*Нервные центры спинного мозга.* Здесь находятся центры регуляции большинства внутренних органов и скелетной мускулатуры. Центры симпатического отдела вегетативной нервной системы локализованы в следующих сегментах: центр зрачкового рефлекса — С8—Th2, регуляции деятельности сердца — Th—Th5, слюноотделения — Th2—Th4, регуляции функции почек — Th5—L3; сегментарно расположены центры, регулирующие функции потовых желез и сосудов, гладких мышц внутренних органов. Парасимпатическую иннервацию получают из спинного мозга (S2—S4) все органы малого таза: мочевой пузырь, часть толстой кишки ниже ее левого изгиба, половые органы. Центры управления скелетной мускулатурой находятся во всех отделах спинного мозга и иннервируют по сегментарному принципу скелетную мускулатуру шеи (Ci—С4), диафрагмы (С3—С5), верхних конечностей (С5—Th2), туловища (Th3—Li) и нижних конечностей (L2—S5). Повреждения определенных сегментов спинного мозга или его проводящих путей вызывают специфические двигательные нарушения и расстройства чувствительности. Каждый сегмент спинного мозга участвует в чувствительной иннервации трех дерматомов. Имеется дублирование и двигательной иннервации скелетных мышц, что повышает надежность их деятельности. Функции спинного мозга — проводниковая и рефлекторная.

**2. Проводниковая функция**

Проводниковая функция осуществляется с помощью нисходящих и восходящих путей. Афферентная информация поступает в спинной мозг через задние корешки, эфферентная импульсация и регуляция функций различных органов и тканей организма осуществляется через передние корешки (закон Белла —Мажанди). Каждый корешок представляет собой множество нервных волокон. Все афферентные входы в спинной мозг несут информацию от трех групп рецепторов:

1) от кожных рецепторов (болевых, температурных, прикосновения, давления, вибрации);

2) от проприорецепторов (мышечных — мышечных веретен, сухожильных — рецепторов Гольджи, надкостницы и оболочек суставов);

3) от рецепторов внутренних органов — висцерорецепторов (механо- и хеморецепторов).

Значение афферентной импульсации, поступающей в спинной мозг, заключается в следующем:

1) участие в координационной деятельности ЦНС по управлению скелетной мускулатурой; при выключении афферентной импульсации от рабочего органа управление им становится несовершенным;

2) участие в процессах регуляции функций внутренних органов;

3) поддерживает тонус ЦНС; при выключении афферентной импульсации наступает уменьшение суммарной тонической активности ЦНС;

4) несет информацию об изменениях окружающей среды.

**3. Рефлексы спинного мозга**

Рефлексы спинного мозга достаточно просты. По форме это в основном сгибательные и разгибательные рефлексы сегментарного характера. Надсегментарные рефлексы наряду с сегментарными осуществляются только с помощью шейного отдела. Сила и длительность спинальных рефлексов, как и рефлексов других отделов ЦНС, увеличиваются при повторном раздражении, при увеличении площади раздражаемой рефлексогенной зоны вследствие суммации возбуждения, а также при увеличении силы стимула.

*Классификация соматических рефлексов спинного мозга (общие принципы).* Все спинальные рефлексы можно объединить в две группы по следующим признакам. Во-первых, по рецепторам, раздражение которых вызывает рефлекс:

а) проприорецептивные,

б) висцерорецептивные

в) кожные рефлексы (защитные).

Рефлексы, возникающие с проприорецепторов, участвуют в формировании акта ходьбы и регуляции мышечного тонуса. Висцерорецептивные рефлексы возникают с интерорецепторов (рецепторов внутренних органов) и проявляются в сокращениях мышц передней брюшной стенки, грудной клетки и разгибателей спины.

Во-вторых, спинальные рефлексы целесообразно объединить по органам (эффекторам рефлекса): а) рефлексы конечностей; б) брюшные и др. Рассмотрим каждую группу этих рефлексов. Рефлексы конечностей. Данная группа рефлексов наиболее обширная, в клинической практике их исследуют наиболее часто. Однако отдельные рефлексы описывают без взаимной связи. Если в качестве объединяющего признака рефлексов конечностей принять характер ответной реакции, то все их можно объединить в четыре группы:

1) сгибательные;

2) разгибательные;

3) ритмические;

4) познотонические.

Сгибательные рефлексы делятся на фазные и тонические. Фазные рефлексы — это однократное сгибание конечности при однократном раздражении кожи или проприорецепторов. Одновременно с возбуждением мотонейронов мышц-сгибателей происходит реципрокное торможение мотонейронов мышц- разгибателей. Рефлексы, возникающие с рецепторов кожи, являются полисинаптическими, они имеют защитное значение. Например, погружение в слабый раствор серной кислоты лапки спинальной лягушки, подвешенной на крючке, или щипок кожи конечности пинцетом вызывают отдергивание конечности вследствие сгибания ее в коленном суставе, а при более сильном раздражении — и в тазобедренном суставе. Рефлексы, возникающие с проприорецепторов, могут быть моносинаптическими и полисинаптическими, например шейные познотонические рефлексы. Фазные рефлексы с проприорецепторов участвуют в формировании акта ходьбы. По степени выраженности фазных сгибательных и разгибательных рефлексов определяют состояние возбудимости ЦНС и возможные ее нарушения. Тонические сгибательные, а также разгибательные рефлексы возникают при длительном растяжении мышц, их главное назначение — поддержание позы. Тоническое сокращение скелетных мышц является фоновым для осуществления всех двигательных актов, осуществляемых с помощью фазических сокращений мышц.

Разгибателъные рефлексы, как и сгибательные, бывают фазными и тоническими, возникают с проприорецепторов мышц-разгибателей, являются моносинаптическими. Одновременно со сгибательным рефлексом возникает перекрестный разгибательный рефлекс другой конечности (рис. 5.1, б). Фазные рефлексы возникают в ответ на однократное раздражение мышечных рецепторов, например при ударе по сухожилию четырехглавой мышцы ниже надколенной чашечки. При этом возникает коленный разгибательный рефлекс вследствие сокращения четырехглавой мышцы (мотонейроны мышц-сгибателей во время разгибательного рефлекса тормозятся — постсинаптическое реципрокное торможение с помощью вставочных тормозных клеток Реншоу). Рефлекторная дуга коленного рефлекса замыкается во втором — четвертом поясничных сегментах (L2—L4). Фазные разгибательные рефлексы участвуют, как и сгибательные, в формировании акта ходьбы. Тонические разгибательные рефлексы представляют собой длительное сокращение мышц-разгибателей при длительном растяжении их сухожилий. Их роль — поддержание позы. В положении стоя тоническое сокращение мышц-разгибателей предотвращает сгибание нижних конечностей и обеспечивает сохранение вертикальной естественной позы.

Ритмические рефлексы — многократное повторное сгибание и разгибание конечностей. Примерами этих рефлексов могут быть рефлексы потирания у лягушки, чесательный и шагательный рефлексы у собаки. Рефлекс потирания заключается в том, что после смазывания раствором кислоты кожи бедра спинальная лягушка (лягушка, у которой удален головной мозг) многократно потирает этот участок, т. е. пытается освободиться от раздражителя. Слабое раздражение кожи туловища у собаки вызывает почесывание этого участка задней конечностью. Чесательный рефлекс — аналог рефлекса потирания у лягушки. Шагательный рефлекс наблюдают у спинальной собаки, подвешенной с помощью лямок в станке.