

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра инженерной психологии и эргономики

И. С. Асаенок, Д. А. Пархоменко, А. В. Копыток

***АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ
ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ***

Методическое пособие
для студентов специальности 1-58 01 01
«Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий»
всех форм обучения

Минск БГУИР 2011

УДК [611.81+591.18] (075.8)
ББК 28.706я73
А64

Рецензенты:

доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения государственного
учреждения образования

«Белорусская медицинская академия последипломного образования»,
кандидат медицинских наук, доцент М. В. Щавелева;

проректор по научной работе учреждения образования
«Высший государственный колледж связи»,
кандидат технических наук Д. А. Мельниченко

Асаёнок, И. С.

А64 **Анатомия и физиология центральной нервной системы : метод.
пособие для студ. спец. 1-58 01 01 «Инженерно-психологическое
обеспечение информационных технологий» всех форм обуч. /
И. С. Асаёнок, Д. А. Пархоменко, А. В. Копыток. – Минск : БГУИР,
2011. – 28 с.**

ISBN 978-985-488-546-9.

Приведены теоретические сведения к изучению анатомии и физиологии
центральной нервной системы и вопросы для самоконтроля.

**УДК [611.81+591.18] (075.8)
ББК 28.706я73**

ISBN 978-985-488-546-9

© Асаёнок И. С., Пархоменко Д. А.,
Копыток А. В., 2011
© УО «Белорусский государственный
университет информатики
и радиоэлектроники», 2011

Содержание

Введение.....	4
Тема 1. Клетка – основная структурная единица нервной системы	5
Тема 2. Синаптическая передача импульса	7
Тема 3. Структура и функции головного мозга	10
Тема 4. Строение и функции спинного мозга	15
Тема 5. Конечный мозг, структура и функции	17
Тема 6. Двигательные центры	19
Тема 7. Вегетативная нервная система	21
Тема 8. Нейроэндокринная система	24
Литература.....	28

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Анатомия и физиология центральной нервной системы» обеспечивает базовую подготовку специалистов инженеров-системотехников по формированию навыков учета «человеческого фактора» при решении проблем, связанных с проектированием информационных систем, разработкой прикладного программного обеспечения, формированием баз данных, эксплуатации информационных технологий. В ходе изучения данной дисциплины студенты приобретают знания об информационной системе головного мозга, передаче информации в центральные отделы нервной системы по афферентным путям, ее передаче и выходе на «периферию» по эфферентным путям. В связи с этим в данном методическом пособии дается представление о деятельности центральной нервной системы (ЦНС) как о морфофункциональной основе нейропсихологических процессов; строении и функциях ЦНС, отвечающей за сбор, обработку информации, передачу ее в высшие отделы коры головного мозга для принятия управленческих решений; рассматриваются основные механизмы, обеспечивающие жизнедеятельность человека (обмен веществ, терморегуляция, нейрогуморальная регуляция, системогенез), отвечающие за надежное функционирование организма. После каждой рассматриваемой темы даны контрольные вопросы для закрепления и контроля знаний студентами.

Полученные знания в дальнейшем послужат основой при изучении дисциплин естественнонаучного блока – психофизиологии, психологии и др.

Тема 1. Клетка – основная структурная единица нервной системы

Нервная система делится на центральную и периферическую. К центральной нервной системе (ЦНС) относятся головной и спинной мозг. От них по всему телу расходятся нервные волокна – периферическая нервная система. Она соединяет мозг с органами чувств и с исполнительными органами-мышцами и железами.

Анатомия ЦНС изучает строение ее составных частей, физиология ЦНС – механизмы их совместной работы.

Все живые организмы обладают способностью реагировать на физические и химические изменения в окружающей среде. Стимулы внешней среды (свет, звук, запах, прикосновение и т. д.) преобразуются специальными чувствительными клетками (рецепторами) в нервные импульсы – серию электрических и химических изменений в нервном волокне. Нервные импульсы передаются по чувствительным (афферентным) нервным волокнам в спинной и головной мозг. Здесь вырабатываются соответствующие командные импульсы, которые передаются по моторным (эфферентным) нервным волокнам к исполнительным органам (мышцам, железам). Эти исполнительные органы называются эффекторами.

Основная функция нервной системы – интеграция внешнего воздействия с соответствующей приспособительной реакцией организма.

ЦНС состоит из нервных клеток двух видов: нейронов и глиальных клеток, или нейроглии. Человеческий мозг – сложнейшая система во Вселенной, известная науке. При весе, равном примерно 1250 г., мозг насчитывает 100 млрд нервных нейронов, соединенных в необыкновенно сложную сеть. Нейроны окружены еще большим числом глиальных клеток, образующих для нейронов поддерживающую и питательную основу – глию (в переводе с греческого «глия» – клей), которая выполняет множество других функций, пока недостаточно изученных. Пространство между нервными клетками (межклеточное пространство) заполнено водой с растворенными в ней солями, углеводами, белками, жирами. Мельчайшие кровеносные сосуды (капилляры) располагаются сетью между нервными клетками.

1.1. Функции нервных клеток

Функции нейронов заключаются в переработке информации, а значит, в ее восприятии, передаче ее другим клеткам, а также кодировании этой информации. Все эти операции нейрон выполняет благодаря своему особому строению. Речь пока идет не о внутреннем строении клетки, а о функциональных частях нейрона.

Несмотря на некоторое разнообразие формы нейронов, большинство из них имеют крупную часть, которая называется телом (сомой), и несколько отростков. Обычно выделяется один более длинный отросток, называемый аксоном, и несколько более тонких и коротких, но ветвящихся отростков,

называемых дендритами. Размер тела нейрона составляет 5–100 мкм. Длина аксона может во много раз превышать размеры тела и достигать 1 м.

Дендриты и тело клетки воспринимают входные сигналы. Тело клетки их суммирует, усредняет, комбинирует и «принимает решение»: передавать эти сигналы дальше или нет, т. е. формирует ответ. Аксон передаёт выходные сигналы к своим окончаниям (терминалям). Терминали аксона передают информацию другим нейронам, как правило, через специализированные места контакта, называемые синапсами. Передаваемые нейронами сигналы имеют электрическую природу.

В зависимости от баланса импульсов, получаемых дендритами отдельного нейрона, происходит (либо нет) активизация клетки, и она передает импульс по своему аксону дендритам другой нервной клетки, с которыми связан ее аксон. Подобным способом каждая из 100 млрд клеток может соединяться со 100 000 других нервных клеток. Какая невероятная сложность!

Плотно прилегающие друг к другу тела нервных клеток воспринимаются невооруженным глазом как «серое вещество». Клетки формируют складчатые пласты, такие, как кора головного мозга, в скопления, называемые ядрами, и сетевидные структуры. Под микроскопом можно четко различить структурные модели разных участков коры головного мозга. Аксоны, или «белое вещество», образуют главные стволы, или «волоконные тракты», соединяющие тела клеток. Размеры нервных клеток – от 20 до 100 мк (1 микрон равен миллионной доле метра).

Среди глиальных клеток выделяются звездчатые клетки (астроциты), очень крупные клетки (олигодендроциты) и очень мелкие клетки (микроглия). Звездчатые клетки служат опорой для нейронов, посредником между нейроном и капилляром для передачи питательных веществ, запасным материалом для «починки» поврежденных нейронов. Олигодендроциты образуют миелин – вещество, покрывающее аксоны и способствующее более быстрой передаче сигналов. Микроглия необходима тогда и там, где наблюдается поражение нервной системы. Клетки микроглии мигрируют к поврежденным участкам и, превращаясь в макрофаги, подобно защитным клеткам крови, уничтожают продукты распада. Миелин образуется из закрученной спирально вокруг аксона глиальной клетки.

1.2. Строение клеточной мембраны

Мембрана имеет трехслойное строение, что видно под большим увеличением. При еще более тщательном рассмотрении оказывается, что она состоит из двух слоев липидов (жиров) и вкраплений белковых молекул, одни из которых полностью или частично погружены в слой жиров и выпячиваются либо в наружное пространство, либо во внутреннее пространство клетки. Мембрана ограничивает внутреннее содержимое клетки, но имеет поры (каналы), через которые происходит обмен веществ с окружающей средой. Белковые молекулы в мембране могут служить рецепторами для «привязывания» определенных веществ, ферментами, ионными каналами, через которые и происходит движение частиц сквозь мембрану.

Контрольные вопросы

1. Что изучает анатомия ЦНС?
2. Что изучает физиология ЦНС?
3. Какие компоненты относят к центральной нервной системе, а какие – к периферической?
4. В чем заключается основная функция нервной системы?
5. Назовите виды нервных клеток и укажите их назначение в структуре ЦНС.
6. Каковы строение и функции нейрона?
7. Назовите виды и функции глиальных клеток.
8. Что представляют собой «серое вещество» и «белое вещество»?
9. Опишите строение клеточной мембраны.

Тема 2. Синаптическая передача импульса

Термин «синапс» – (греч. «соединение») – место контакта между двумя нейронами или между нейроном и получающей сигнал эффекторной клеткой. Любое взаимодействие между двумя нервными клетками имеет три составляющие: 1) клетка или её отросток, которые посылают сигналы – пресинаптический компонент; 2) клетка или ее отросток, которые принимают сигналы – постсинаптический компонент; 3) клетка-посредник между первыми двумя компонентами.

2.1. Типы синапсов

Синапсы на типичном нейроне в головном мозге являются либо *возбуждающими*, либо *тормозными*, в зависимости от типа выделяющегося в них медиатора. Они различаются морфологически под электронным микроскопом: для возбуждающих синапсов характерны сферические пузырьки и сплошное утолщение постсинаптической мембраны (1-й тип), а для тормозных – уплощённые пузырьки и несплошное утолщение мембраны (2-й тип). Синапсы можно также классифицировать по их расположению на поверхности воспринимающего нейрона: 1) на теле клетки; 2) на стволе или «шипике» дендрита; 3) на аксоне. В зависимости от способа передачи выделяют химические, электрические и смешанные синапсы.

В *электрических синапсах* потенциал действия пресинаптических окончаний обеспечивает деполяризацию постсинаптической мембраны. Морфологическую основу электрической передачи составляет высокопроводящий щелевой контакт, для которого характерны тесное соприкосновение пре- и постсинаптической мембран, большая площадь контакта этих мембран, наличие ультраструктур, снижающих электрическое сопротивление в области контакта.

Для электрической синаптической передачи характерны:

- отсутствие синаптической задержки;
- проведение сигнала в обоих направлениях;
- независимость передачи сигнала от потенциала пресинаптической мембраны;
- устойчивость к изменениям концентраций концентрации Ca^{2+} и Mg^{2+} , низкой температуре, некоторым фармакологическим воздействиям.

В *химическом синапсе* нервный импульс вызывает освобождение из пресинаптических окончаний химического посредника – нейромедиатора, который диффундирует через синаптическую щель (шириной в 10–50 нм) и вступает во взаимодействие с белками-рецепторами постсинаптической мембраны, в результате чего генерируется постсинаптический потенциал. Химические синапсы являются преобладающими у млекопитающих.

Для химической синаптической передачи характерны:

- одностороннее проведение сигнала;
- усиление сигнала;
- конвергенция многих сигналов на одной постсинаптической клетке;
- пластичность передачи сигналов (обучение, память и т. д.).

2.2. Химическая передача импульса

Процесс химической передачи импульса включает ряд этапов: синтез медиатора, его накопление, высвобождение, взаимодействие с рецептором и прекращение действия медиатора. Каждый из этих этапов детально охарактеризован, кроме того, найдены препараты, которые избирательно усиливают или блокируют конкретный этап. Исследования позволили проникнуть в механизм действия психотропных лекарственных средств, а также выявить связь некоторых нервных и психических болезней со специфическими нарушениями синаптических механизмов.

Охарактеризуем поэтапно процесс передачи импульса.

1. *Синтез молекул медиатора в нервных окончаниях.* Каждый нейрон обычно обладает только таким биохимическим «аппаратом», какой ему нужен для синтеза медиаторов, выделяющихся из всех окончаний его аксона. Молекулы медиатора синтезируются путём соединения «предшественников» или их изменений в результате ряда ферментативных реакций. Ферментативный катализ может включать один этап (для ацетилхолина) или до трёх этапов (для адреналина). Аминокислоты синтезируются из глюкозы. Многие этапы синтеза можно блокировать фармакологическими агентами, что лежит в основе действия многих лекарств, влияющих на нервную систему.

2. После выработки молекул медиатора происходит их *накопление и сохранение* в окончании аксона в маленьких мешочках, связанных с мембраной. В одном окончании могут быть тысячи синаптических пузырьков, каждый из которых содержит от 10 тыс. до 100 тыс. молекул медиатора.

3. *Высвобождение.* Поступление нервного импульса в окончание аксона вызывает высвобождение множества молекул медиатора из окончания в

синаптическую щель. Механизм такого выделения остаётся спорным: одни исследователи полагают, что синаптические пузырьки прямо сливаются с синаптической мембраной и выбрасывают своё содержимое в синаптическую щель; другие утверждают, что подвижное скопление молекул медиатора выходит через специальные каналы. Но в любом случае известно, что нервный импульс запускает выход медиатора, повышая проницаемость нервного окончания для ионов Ca^{2+} , которые устремляются в него и активируют механизм высвобождения молекул.

4. *Взаимодействие с рецептором.* Освобожденные молекулы медиатора быстро проходят через наполненную жидкостью щель между окончанием аксона и мембраной воспринимающего нейрона. Здесь они взаимодействуют со специфическими рецепторами постсинаптической мембраны. Рецепторы фактически представляют собой крупные белковые молекулы, погружённые в полужидкую матрицу клеточной мембраны: части их выступают над и под мембраной подобно айсбергам. Очертания выходящего на поверхность участка рецепторного блока и молекулы медиатора соответствуют друг другу как ключ и замок. Существует два основных типа медиаторных рецепторов: быстродействующие – осуществляют передачу, регулируя проницаемость ионной поры, и медленнодействующие – вызывают образование второго посредника, который, в свою очередь, опосредует эффекты, производимые медиатором в постсинаптическом нейроне.

5. *Окончательное действие.* Взаимодействие медиатора с его рецептором меняет трёхмерную форму рецепторного белка, инициируя этим определённую последовательность событий. Это взаимодействие может вызвать возбуждение или торможение нейрона, сокращение миоцита (одноядерная мышечная клетка), а также образование и выделение гормона клеткой железы. Во всех перечисленных случаях рецептор «переводит» сообщение, закодированное в молекулярной структуре медиатора, в специфическую физиологическую реакцию. Как только молекула медиатора свяжется со своим рецептором, она должна быть инактивирована во избежание слишком длительного её действия и нарушения точного контроля передачи.

2.3. Нейромедиаторы, нейромодуляторы, нейропептиды

Нейромедиатор (нейротрансмиттер, нейропередатчик) – это вещество, которое синтезируется в нейроне, содержится в пресинаптических окончаниях, высвобождается в синаптическую щель в ответ на нервный импульс и действует на специальные участки постсинаптической клетки, вызывая изменения ее мембранного потенциала и метаболизма. Долгое время считалось, что функция нейромедиатора состоит только в том, что он открывает (или даже закрывает) ионные каналы в постсинаптической мембране. Было известно также, что из терминали одного аксона может выделяться всегда одно и то же вещество. Позднее были обнаружены новые вещества, возникающие в области синапса в момент передачи возбуждения. Их назвали нейромодуляторами. Изучение химической структуры всех обнаруженных медиаторов и нейромодуляторов прояснило ситуацию. Все изученные вещества, имеющие

отношение к синаптической передаче возбуждения, разделили на три группы: аминокислоты, моноамины и пептиды. Все эти вещества называют теперь медиаторами.

Существуют нейромодуляторы, не обладающие самостоятельным физиологическим действием, а модифицирующие эффект нейромедиаторов. Действие этих нейромодуляторов имеет тонический характер – медленное развитие и большую продолжительность действия. Происхождение их – не обязательно нейронное, например, глия может синтезировать ряд нейромодуляторов. Действие не инициируется нервным импульсом и не всегда сопряжено с эффектом медиатора. Мишени: не только рецепторы на постсинаптической мембране, но и разные участки нейрона, в том числе и внутриклеточные.

За последние годы, после того как в мозге был обнаружен новый класс химических соединений – нейропептиды, число известных систем химических посредников в головном мозге резко возросло. Нейропептиды представляют собой цепочки из аминокислотных остатков. Многие из них локализованы в аксонных окончаниях. Нейропептиды отличаются от ранее идентифицированных медиаторов тем, что они организуют такие сложные явления как память, жажда, половая функция и др.

Контрольные вопросы

1. Что такое синапс?
2. Назовите типы синапсов.
3. Что характерно для электрической синаптической передачи?
4. Что характерно для химической передачи сигнала?
5. Опишите пять этапов химической передачи импульса.
6. Дайте определение нейромедиатора. На какие группы делятся синаптические медиаторы по химической структуре?
7. Что представляют собой нейромодуляторы? Каково их происхождение и действие?
8. Что представляют собой нейропептиды?

Тема 3. Структура и функции головного мозга

3.1. Общее строение головного мозга, отделы мозга

В латинском языке *головной мозг* обозначается словом *cerebrum*, а в древнегреческом – *encephalon*. Головной мозг расположен в полости черепа, его форма соответствует внутренним очертаниям черепной полости.

В головном мозге различают три крупные части: 1) полушария большого мозга, или гемисферы, 2) мозжечок и 3) ствол мозга.

Наибольшую часть всего головного мозга занимают большие полушария, за ними по величине следует мозжечок, остальную часть составляет ствол мозга. Оба полушария, левое и правое, отделяются друг от друга щелью. В ее глубине полушария связаны между собой большой спайкой – мозолистым телом. Имеются также и две не столь массивные спайки.

Со стороны нижней поверхности мозга видна не только нижняя сторона полушарий большого мозга и мозжечка, но и вся нижняя поверхность мозгового ствола, а также отходящие от мозга черепно-мозговые нервы. Сбоку видна преимущественно кора больших полушарий.

3.2. Продолговатый мозг

Жизненно важные процессы останавливаются, если разрушается какой-либо жизненно важный центр мозга: сердечно-сосудистый или дыхательный. Если сравнивать эти центры иерархически с соответствующими им выше- и нижестоящими (в спинном мозге), то их можно назвать главными организаторами кровообращения и дыхания. Спинной мозг, т. е. его мотонейроны, идущие непосредственно к мышцам, в этих процессах является «исполнителем», а в роли инициатора и модулятора выступают гипоталамус (промежуточный мозг) и кора мозга (конечный мозг).

В продолговатом мозге находится сердечно-сосудистый центр. К сердечно-сосудистому относятся также ядра блуждающего нерва, оказывающие парасимпатические эффекты на сердце, и так называемый сосудодвигательный центр, который оказывает симпатические эффекты на сердце и кровеносные сосуды. В сосудодвигательном центре выделяются две зоны: прессорная (сужает сосуды) и депрессорная (расширяет сосуды), состоящие в реципрокных отношениях. Прессорная зона «включается» от хеморецепторов (реагируют на состав крови) и экстерорецепторов, а депрессорная зона – от барорецепторов (реагируют на давление, испытываемое стенками сосудов). Иерархически высшим центром парасимпатической и симпатической иннервации является гипоталамус. Какие эффекты будут происходить в сердечно-сосудистой системе, гипоталамус определяет в соответствии с актуальной потребностью целого организма в данную минуту.

Дыхательный центр частично расположен в мосте заднего мозга и частично в продолговатом мозге. Можно сказать, что существует отдельный центр вдоха (в мосте) и центр выдоха (в продолговатом мозге). Эти центры находятся в реципрокных отношениях. Вдох совершается при сокращении наружных межреберных мышц, а выдох – при сокращении внутренних межреберных мышц. Команды к мышцам поступают от двигательных нейронов спинного мозга. К спинному мозгу команды поступают от центров вдоха и выдоха. Для центра вдоха характерна постоянная импульсная активность. Но ее прерывает информация, идущая от рецепторов растяжения, которые находятся в стенках легких. Расширение легких от вдоха инициирует выдох. Частоту дыхания может модулировать блуждающий нерв и вышестоящие центры: гипоталамус и кора мозга. Например, при говорении мы можем сознательно регулировать длительность вдоха и выдоха, поскольку вынуждены произносить разные по длительности звуки.

Кроме того, в продолговатом мозге находятся ядра нескольких черепно-мозговых нервов. Всего у человека 12 пар черепно-мозговых нервов, четыре из которых находятся в продолговатом мозге. Это подъязычный нерв (XII), дополнительный (XI), блуждающий (X) и языкоглоточный (IX) нерв. Благодаря

ядрам языкоглоточного нерва происходят движения мышц глотки и реализуются рефлексy, имеющие для организма важное значение: кашель, чихание, глотание, рвота, а также происходит фонация – произнесение речевых звуков. В связи с этим считается, что в продолговатом мозге находятся соответствующие центры: чихательный, кашлевой, рвотный. Также в продолговатом мозге находятся вестибулярные ядра, регулирующие функцию равновесия.

3.3. Задний мозг

К заднему мозгу относятся Варолиев мост и мозжечок. Полостью заднего мозга является четвертый мозговой желудочек (как продолжающийся и расширяющийся спинномозговой канал). Варолиев мост образован мощными проводящими путями. Мозжечок – это двигательный центр, имеющий многочисленные связи с другими частями мозга. Связующие волокна собраны в пучки и образуют три пары ножек. Нижние ножки обеспечивают связь с продолговатым мозгом, средние – связь с мостом, а через него – с корой, верхние – со средним мозгом.

Мозжечок составляет лишь 10 % массы головного мозга, но включает в себя более половины всех нейронов ЦНС. Древний мозжечок выполняет двигательные функции: регуляцию тонуса мышц, позы тела и равновесия. За координацию позы и целенаправленных движений отвечают старый и новый мозжечок. также мозжечок участвует в программировании различных целенаправленных движений, к которым относятся баллистические движения, спортивные движения (например, бросок мяча, игра на музыкальных инструментах, «слепой» метод печатания и др.). В настоящее время изучается предположение об участии мозжечка в процессах мышления: обсуждается наличие общих нейронных систем для управления движениями и мышлением.

На дне мозгового желудочка, который имеет ромбовидную форму, расположены ядра вестибулокохлеарного (VIII), лицевого (VII), отводящего (VI) и частично тройничного (V) черепно-мозговых нервов.

3.4. Средний мозг

Средний мозг является постоянным, малоизменчивым в эволюционном отношении отделом головного мозга. Его ядерные структуры связаны с регуляцией постуральных движений (красное ядро), с участием в деятельности экстрапирамидной двигательной системы (черная субстанция и красное ядро), с ориентировочными реакциями на зрительные и звуковые сигналы (четверохолмие). Верхнее двуххолмие является первичным зрительным центром, а нижнее двуххолмие – первичным слуховым центром.

Сквозь средний мозг проходит так называемый – сильвиев водопровод, соединяющий 3-й и 4-й мозговые желудочки между собой. Здесь же находятся ядра 3-го (глазодвигательного), 4-го (блокового) и одного из ядер 5-го (тройничного) черепно-мозговых нервов. 3-й и 4-й черепно-мозговые нервы регулируют движения глаз. Учитывая, что здесь же находится верхнее двуххолмие, получающее информацию от рецепторов зрения, средний мозг можно считать местом сосредоточения зрительно-глазодвигательных функций.

3.5. Промежуточный мозг

Вместо названия «промежуточный мозг» часто используют название «таламус». Таламус занимает центральную часть промежуточного мозга и имеет округлую яйцевидную форму. Исторически «таламус» – означает зрительный бугор, или чувствительный бугор. Такое название он получил в соответствии со своей основной функцией, которую удалось установить очень давно. Таламус является коллектором всей сенсорной информации. Это значит, что в него приходит информация от всех видов рецепторов, от всех органов чувств (зрение, слух, вкус, обоняние, осязание, проприорецепторы, интерорецепторы, вестибулорецепторы).

Анатомически у таламуса имеются придатки: верхний придаток (эпиталамус), нижний придаток (гипоталамус), задняя часть (метаталамус) и зрительный перекрест, или зрительная хиазма.

Эпиталамус состоит из нескольких образований. Самое крупное из них – эпифиз (шишковидное тело/шишковидная железа), который представляет собой эндокринную железу, секретирующую мелатонин. В эпифизе обнаружены также норадреналин, гистамин и серотонин. Доказано участие этих веществ в регуляции циркадных ритмов (суточных ритмов активности, связанных с освещенностью).

Метаталамус состоит из латеральных коленчатых тел (вторичные зрительные центры) и медиальных коленчатых тел (вторичный слуховой центр).

Гипоталамус представляет собой часть лимбической системы и является одновременно высшим центром вегетативной нервной системы, «химическим анализатором» состава крови и спинномозговой жидкости и железой внутренней секреции. В состав гипоталамуса входит гипофиз – образование величиной с горошину. Гипофиз – важная эндокринная железа: его гормоны регулируют деятельность всех других желез.

Благодаря наличию собственных различных хеморецепторов гипоталамус может определять достаточность концентрации различных веществ, проходящих через его ткань, в жидких средах организма – крови и спинномозговой жидкости. В соответствии с результатом анализа он может усиливать или ослаблять различные обменные процессы как путем посылки нервных импульсов ко всем вегетативным центрам, так и путем выделения биологически активных веществ – либеринов и статинов. Так, гипоталамус является высшим регулятором пищевого, полового, агрессивного-оборонительного поведения, т. е. основных биологических мотиваций.

Поскольку гипоталамус является составной частью лимбической системы, то он является центром интеграции и соматических (связанных с двигательными реакциями, соответствующими данным органов чувств) и вегетативных функций, а именно: обеспечивает соматические функции в соответствии с потребностями всего организма. Например, если для организма в данный момент биологически важной задачей является оборонительное поведение, то это, в первую очередь, предполагает эффективную работу

скелетных мышц и органов чувств (необходимо видеть, слышать, двигаться). Но эффективная работа мышц зависит не только от скорости нервных импульсов, но и от обеспечения мышц и нервов энергетическими ресурсами и кислородом и т. д. Поэтому можно сказать, что гипоталамус осуществляет «внутреннюю» поддержку «внешнего» поведения.

Функционально ядра таламуса можно разделить на три группы: релейные (переключательные), ассоциативные (интегративные) и неспецифические (модулирующие).

Переключательные ядра – это промежуточное звено в длинных проводящих путях (афферентных путях), идущих от всех рецепторов туловища, конечностей и головы. Дальше эти афферентные сигналы передаются в соответствующие анализаторные зоны коры больших полушарий. Именно эта часть таламуса и является «чувствительным бугром».

Ассоциативные ядра таламуса связывают между собой, во-первых, разные ядра внутри самого таламуса, во-вторых, сам таламус с ассоциативными зонами коры мозга. Благодаря этим связям, например, возможно формирование «схемы тела», протекание различного вида гностических (познавательных) процессов, когда связываются воедино слово и зрительный образ.

Неспецифические ядра таламуса образуют самую эволюционно древнюю часть таламуса. Это ядра ретикулярной формации. К ним поступает сенсорная информация от всех восходящих проводящих путей и от двигательных центров среднего мозга. Клетки ретикулярной формации не способны различить, какой именно модальности сигнал поступает. Но она, таким образом, приходит в состояние возбуждения, как бы «заряжается» энергией, и в свою очередь, оказывает модулирующее влияние на кору мозга, а именно, активизирует внимание.

В промежуточном мозге проходит зрительный нерв, или 2-й черепно-мозговой нерв, начинающийся от рецепторов сетчатки глаза. Здесь же, на «территории» промежуточного мозга, зрительный нерв делает частичный перекрест и дальше продолжается как зрительный тракт, ведущий к первичному и вторичному зрительному центрам, и далее – к зрительной коре мозга.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные отделы головного мозга.
2. Где находится и что представляет собой продолговатый мозг?
3. Назовите функции продолговатого мозга.
4. Что представляет собой задний мозг и каковы его функции?
5. Что представляет собой средний мозг и каковы его функции?
6. Что представляет собой промежуточный мозг?
7. Каково строение и назначение эпителиума?
8. Каково строение и назначение метаталамуса?
9. Каковы строение и назначение гипоталамуса?
10. Дайте характеристику каждой из трех групп ядер таламуса.

Тема 4. Строение и функции спинного мозга

4.1. Продольное строение спинного мозга

Спинной мозг расположен в позвоночном канале и имеет цилиндрическую форму. Верхний конец его переходит в продолговатый мозг, а нижний – в концевую нить («конский хвост»).

Спинной мозг взрослого человека начинается у верхнего края первого шейного и заканчивается на уровне второго поясничного позвонка. Спинной мозг имеет сегментарное строение и включает 31 сегмент: 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1 копчиковый.

Каждый сегмент обозначается по тому позвонку, возле которого выходят его корешки. Но это не означает, что каждый сегмент расположен точно против соответствующего позвонка. В эмбриональном состоянии длина спинного мозга примерно равна длине позвоночника. Но в процессе индивидуального развития позвоночник растет быстрее, чем мозг. И в результате спинной мозг оказывается короче, чем позвоночник. Поэтому в верхних отделах спинного мозга сегменты соответствуют позвонкам, и их корешки выходят там же, горизонтально. В нижних отделах позвоночный канал не содержит более мозгового вещества, и соответствующие позвонкам сегменты находятся выше. Поэтому в нижних отделах корешки в виде пучка («конского хвоста») опускаются вниз к межпозвоночным отверстиям и затем выходят из позвоночника.

4.2. Спинномозговая жидкость

Спинной мозг покрыт тремя оболочками. Наружная мозговая оболочка называется твердой, средняя оболочка – паутинной. Пространство между этими оболочками называется субдуральным. Внутренняя оболочка называется сосудистой. Пространство между паутинной и сосудистой оболочками называется подпаутинным. Сосудистая и паутинная оболочки образуют мягкую оболочку мозга. Пространства между оболочками заполнены спинномозговой жидкостью (СМЖ). Синонимами СМЖ являются названия «цереброспинальная жидкость» и «ликвор».

Спинной и головной мозг имеют одни и те же оболочки и сообщающиеся пространства между оболочками. Кроме того, центральный канал спинного мозга продолжается в головном мозге. Расширяясь, он образует желудочки мозга – полости, также заполненные спинномозговой жидкостью.

Оболочки мозга и ликвор предохраняют спинной мозг от механических повреждений. Цереброспинальная жидкость служит также для химической защиты тканей мозга от воздействия неблагоприятных веществ. СМЖ образуется в сосудистом сплетении четвертого и боковых желудочков головного мозга путем фильтрации из артериальной крови, а ее отток происходит в венозную кровь в области четвертого желудочка. Различные вещества, легко попадающие из пищеварительного тракта в кровь, не могут столь же легко проникнуть в спинномозговую жидкость благодаря

гематоэнцефалическому барьеру, который работает как фильтр, отбирая полезные и вредные для центральной нервной системы вещества.

4.3. Сегмент спинного мозга

Диаметр спинного мозга человека имеет размеры 1,5 – 2,0 см. На поверхности спинного мозга по средней линии имеется срединная щель, а сзади – борозда. Они делят спинной мозг на две симметричные части. Обе половины соединены спайками. В середине спинного мозга проходит центральный канал. На боковых поверхностях находятся передняя и задняя латеральные борозды – места выхода передних и задних корешков спинного мозга.

Спинной мозг состоит из белого и серого вещества. Серое вещество расположено по центру, имеет конфигурацию, похожую на бабочку. Оно содержит вставочные и двигательные нейроны (тела нейронов) и немиелинизированные отростки нейронов. Белое вещество спинного мозга расположено периферически и состоит из миелинизированных волокон.

В сером веществе различают передние, задние и боковые рога. Передние рога короткие и широкие. Они не достигают поверхности спинного мозга, а остаются отделенными полоской белого вещества. Задние рога – узкие и длинные, достигают поверхности спинного мозга в месте выхода задних корешков спинномозгового нерва. На уровне грудных и двух поясничных сегментов к передним и задним рогам добавляются боковые рога спинного мозга. В боковых рогах находятся центры вегетативной нервной системы.

В передних рогах расположены крупные клетки – альфа-мотонейроны, от которых начинаются двигательные единицы. Кроме альфа-мотонейронов, там находятся и гамма-мотонейроны, по которым импульсы поступают не к большим мышцам, а к мышечным веретенам. Клетки задних рогов мельче, в основном, это интернейроны, передающие сигналы мотонейронам.

Через задние корешки проходят волокна чувствительных нейронов, которые несут информацию от рецепторов. Через передние корешки выходят волокна мотонейронов, которые несут информацию мышцам. Задний и передний корешки затем сливаются и образуют спинномозговой нерв.

Белое вещество спинного мозга состоит из миелинизированных нервных волокон, образующих проводящие пути спинного мозга. Белое вещество представляет собой пучки волокон, называемых канатиками. Выделяют передний, задний и боковой канатики.

Каждый сегмент спинного мозга с входящими и выходящими из него корешками иннервирует (отвечает за чувствительность и движения) свой пояс тела, называемый метамером. Каждый сегмент спинного мозга иннервирует не только «свой» метамер, но и оба соседних метамера. Поэтому, если возникает потребность временно обездвижить мышцы какого-то участка тела (метамера), то нужно создать препятствие на пути нервных импульсов, идущих к этому метамеру. Например, если этого требует хирургическое вмешательство, то можно временно «выключить» рефлексы данного метамера, выведя из строя спинномозговые корешки, но не у одного сегмента, а у трех сегментов подряд.

Такого результата достигают, обрабатывая корешки миорелаксантом или воздействуя на них холодом.

Наблюдается избыток нервных волокон в задних корешках (чувствительных), по сравнению с передними (двигательными). Это приводит к тому, что в сегменте спинного мозга сталкиваются потоки нервных импульсов и происходит «борьба» за общий конечный путь, т. е. за выход на эффектор. Обобщают эту сложную информацию интернейроны.

Контрольные вопросы

1. Опишите продольное строение спинного мозга и его расположение.
2. Какие оболочки окружают спинной мозг, каковы их функции?
3. Что такое спинномозговая жидкость, где она находится и каковы ее функции?
4. Какова функция гематоэнцефалического барьера?
5. Опишите строение сегмента спинного мозга.
6. Что называют метамером?

Тема 5. Конечный мозг, структура и функции

Конечный мозг анатомически состоит из двух полушарий, соединенных между собой при помощи мозолистого тела, свода и передней спайки. Каждое полушарие функционально-анатомически состоит из коры и подкорковых (базальных) ядер. В толще больших полушарий находятся полости 1-го и 2-го мозговых желудочков, имеющих сложную конфигурацию. Эти желудочки называют также передним (1-м) и задним (2-м) желудочками конечного мозга.

К подкорковым ядрам конечного мозга относятся, во-первых, три парных образования: хвостатое ядро, бледный шар, ограда, входящих в стриопаллидарную систему, имеющую важное значение в регуляции движений. Стриопаллидарная система входит в состав экстрапирамидной двигательной системы.

Во-вторых, к подкорковым ядрам относятся миндалевидное ядро и ядра прозрачной перегородки и другие образования. Функции этих ядер связаны с регуляцией сложных форм поведения и психических функций, таких как инстинкты, эмоции, мотивации, память.

Чаще всего вышеперечисленные подкорковые или базальные ядра, находящиеся, как фундамент дома, в основании коры, называют просто «подкоркой». Но иногда «подкоркой» называют все то, что находится ниже коры мозга, но выше его ствола. Тогда к «подкорке» относят также и таламус с его придатками.

В целом подкорковые структуры выполняют интегративные функции.

В головном мозге, как и в спинном, имеется три вида вещества: серое, белое и сетчатое. Соответственно, первое образовано телами нейронов, второе – миелинизированными отростками нейронов, собранными в упорядоченные пучки, а третье – расположенными вперемешку телами и отростками, идущими в разных направлениях.

Сетчатое вещество, или ретикулярная формация, располагается ближе к центру. Тела нейронов (серое вещество) располагаются скоплениями, которые называют ядрами. Иногда вместо слова «ядро» применяют слово «узел» или «ганглий». Пучки миелинизированных волокон, так же, как и в спинном мозге, образуют проводящие пути: короткие и длинные. Короткие пути бывают двух видов – комиссуральные и ассоциативные.

5.1. Черепно-мозговые нервы и их функции

Черепно-мозговые нервы являются аналогами спинномозговых нервов. У человека различают 12 пар черепно-мозговых нервов. Они обычно обозначаются римскими цифрами, и каждый из них имеет свое название и функции.

Функцией спинномозговых нервов является передача информации от рецепторов, находящихся на различных участках тела, в ЦНС (через задние корешки спинного мозга) и передача информации из ЦНС мышцам, осуществляющим движения тела, мышцам внутренних органов и железам. Аналогично спинномозговым нервам, черепно-мозговые нервы передают информацию от рецепторов, расположенных в области головы (органы чувств), в стволую часть головного мозга и далее от мозговых центров к мышцам и железам, расположенным в области головы.

Наблюдается и другая аналогия. Спинномозговые нервы, управляющие скелетными мышцами туловища, испытывают на себе влияние вышестоящих двигательных центров головного мозга. Точно так же черепно-мозговые нервы, управляющие скелетными мышцами головы, подчинены влияниям корковых моторных зон, благодаря которым возможны произвольные движения языком, носом, ухом, глазами, веками и др.

Таким образом, черепно-мозговые нервы являются периферическими нервами, не относящимися к ЦНС. Это кажется невероятным, но все обстоит именно так. Ведь в голове все – и центр (мозг), и периферия (рецепторы и черепно-мозговые нервы) расположено близко друг к другу. Именно из-за этого нарушена та четкая сегментарность, которая наблюдается у спинномозговых нервов, когда чувствительные корешки нервов находятся строго на задней поверхности, а двигательные корешки – на передней поверхности спинного мозга. Более того, у некоторых черепно-мозговых нервов вообще имеется или только чувствительная ветвь (зрительный нерв), или только двигательная (глазодвигательный нерв).

К тем органам (мышцам, железам), которые находятся снаружи черепа, а также к рецепторам, расположенным снаружи черепа, черепно-мозговые нервы подходят через определенные отверстия черепа: яремные, затылочные, височные, отверстия решетчатой кости.

Контрольные вопросы

1. Опишите строение и местоположение конечного мозга.
2. Назовите 3 вида вещества, из которого состоит головной мозг.
3. Назовите черепно-мозговые нервы и укажите их функции.
4. Опишите строение и местоположение ретикулярной формации.

Тема 6. Двигательные центры

Все двигательные функции (или просто движения) можно разделить на два вида: целенаправленные и познотонические.

Целенаправленные движения – это трудовые движения, связанные с перемещением в пространстве, с необходимостью что-то взять, поднять, держать, отпустить и т. д. Это и различные манипулятивные движения, которым человек обучается в течение жизни. В основном это произвольные движения, но защитный сгибательный рефлекс тоже можно назвать целенаправленным, поскольку он имеет целью прервать контакт с болезненным раздражителем.

Познотонические, или поструральные, движения обеспечивают обычное для данного организма положение в пространстве, т. е. в гравитационном поле Земли. Для человека это вертикальное положение. В основе поструральных движений лежат врожденные рефлекторные реакции. Название «постуральные» происходит от английского слова *posture*, что означает «поза, фигура».

Структуры ЦНС, отвечающие за нервную регуляцию двигательных функций, называются двигательными центрами. Они локализованы в различных отделах ЦНС.

Двигательные центры, регулирующие познотонические движения, сосредоточены в структурах стволовой части головного мозга. Двигательные центры, управляющие целенаправленными движениями, расположены в более высоких уровнях мозга – в больших полушариях: подкорковых и корковых центрах.

6.1. Стволовые и подкорковые двигательные центры

К стволу мозга относятся продолговатый мозг, часть заднего мозга и средний мозг. На уровне продолговатого мозга расположены следующие двигательные центры: вестибулярные ядра и ретикулярная формация. Вестибулярные ядра получают информацию от рецепторов равновесия, которые находятся в преддверии внутреннего уха, и в соответствии с ней посылают возбуждающие сигналы в спинной мозг по вестибулоспинальному тракту. Импульсы предназначены мышцам-экстензорам туловища и конечностей, благодаря работе которых поскользнувшийся или споткнувшийся человек способен немедленно среагировать: выпрямиться, найти опору, т. е. вернуть равновесие. От ретикулярной формации продолговатого мозга начинается также и латеральный ретикулоспинальный путь, иннервирующий максимально расположенные мышцы-сгибатели туловища и конечностей.

Главная двигательная функция продолговатого мозга – сохранение равновесия автоматически, без участия сознания.

В среднем мозге к регуляции движений имеют отношение несколько нервных центров: красное ядро, крыша мозга (или четверохолмие), и черная субстанция, а также ретикулярная формация.

От *красного ядра* начинается руброспинальный тракт. Благодаря импульсам, передаваемым по этому пути, происходит регуляция позы тела, за что красному ядру приписывают роль основного антигравитационного механизма. Красное ядро повышает тонус флексоров верхних конечностей и обеспечивает координацию различных групп мышц (это называют синергией) при ходьбе, прыжках, лазании. Однако само красное ядро постоянно находится под контролем высших по отношению к нему центров – подкорковых, или базальных ядер.

Четверохолмие состоит из верхнего и нижнего двухолмий, которые одновременно являются не только двигательными центрами, но и первичными центрами зрения (верхнее двухолмие) и слуха (нижнее двухолмие). От них начинаются тектоспинальные тракты, по которым в соответствии со зрительной и слуховой информацией передается команда для поворота шеи или глаз и ушей в сторону воспринятого нового для данной обстановки раздражителя. Эта реакция называется ориентировочным рефлексом, или рефлексом «что такое?»

Черная субстанция имеет синаптические связи с базальными подкорковыми ядрами. В этих синапсах медиатором является дофамин. С его помощью черная субстанция оказывает возбуждающее действие на базальные ганглии.

Ретикулостинальный тракт, начинающийся от ретикулярной формации среднего мозга, оказывает возбуждающее действие на гамма-мотонейроны всех мышц туловища и проксимальных отделов конечностей.

Мозжечок, как и двигательные центры ствола мозга, обеспечивает тонус скелетных мышц, регуляцию познотонических функций, координацию познотонических движений с целенаправленными. Мозжечок имеет двусторонние связи с корой мозга, в связи с чем он является корректором всех видов движений, вычисляя их амплитуду и траекторию.

К *базальным ганглиям*, или ядрам, относятся несколько подкорковых структур: хвостатое ядро, ограда и бледный шар. Другое название этого комплекса – стриопаллидарная система. Эта система является частью еще более сложной двигательной системы – экстрапирамидной. Базальные ганглии в основном выполняют функции управления ритмическими движениями, древними автоматизмами (ходьба, бег, плавание, прыжки). Они также создают фон, который облегчает специализированные движения, а также обеспечивает сопровождающие движения.

6.2. Сенсомоторная кора

Высшие двигательные центры находятся в новой коре больших полушарий. Моторные центры коры имеют конкретную локализацию: это *прецетральная извилина*, расположенная спереди от центральной, Ролландовой борозды. Локализация моторных центров была установлена экспериментально путем электрической стимуляции различных точек моторной зоны. При раздражении определенных точек были получены движения контралатеральной конечности. Согласно современным представлениям, в коре имеют представительство не отдельные мышцы, а целые движения, совершаемые

мышцами, группирующимися вокруг определенного сустава. В самой моторной коре находятся моторные нейроны «высшего порядка», или *командные нейроны*, которые и вводят в действие различные мышцы. Эту моторную зону называют первичной моторной зоной. К ней примыкает вторичная моторная зона, которую называют *премоторной*. Ее функции связаны с регуляцией двигательных функций, имеющих социальную природу, например, письмо и речь. Именно отсюда, из этих моторных зон, берут начало оба пирамидных нисходящих тракта.

Высшие моторные центры находятся по соседству с высшими сенсорными центрами, которые расположены в *постцентральной извилине*. *Сенсорные области* (зоны) получают информацию от рецепторов кожи и проприорецепторов, расположенных на всех частях тела. Здесь, аналогично моторным зонам, имеют представительство все участки тела и лица. Поэтому постцентральную область коры называют *соматосенсорной*. Однако величина представительств зависит не от величины самой части тела, а от важности поступающей из нее информации. Поэтому представительство туловища и нижней конечности – относительно небольшое, а вот представительство кисти руки – огромно.

Показано, что моторная и сенсорная области частично перекрываются, поэтому обе зоны называют одним термином – сенсомоторная зона.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются движения?
2. Назовите ствольные и подкорковые двигательные центры.
3. Каковы функции красного ядра?
4. Каковы функции четверохолмия?
5. Каковы функции черной субстанции?
6. Каковы функции базальных ганглиев?
7. Укажите расположение сенсомоторных центров и назовите их функции.

Тема 7. Вегетативная нервная система

Нервную систему принято делить на: соматическую и вегетативную. Назначение *соматической системы* – реагирование на внешние сигналы и, в соответствии с данными органов чувств, – осуществление двигательных реакций. Например, избегание источника неприятных, вредных воздействий и приближение к источникам приятных, полезных воздействий.

Название соматической нервной системы происходит от греческого слова «soma», что означает «тело».

7.1. Вегетативная нервная система

Вегетативная нервная система (автономная нервная система, висцеральная нервная система) – отдел нервной системы, регулирующий деятельность внутренних органов, желез внутренней и внешней секреции, кровеносных и лимфатических сосудов. Вегетативная нервная система

регулирует состояние внутренней среды организма, управляет обменом веществ и связанными с ним функциями дыхания, кровообращения, пищеварения, выделения и размножения. Деятельность вегетативной нервной системы в основном произвольна и сознанием непосредственно не контролируется. Главные эффекторные органы вегетативной системы – это гладкие мышцы внутренних органов, сосудов и железы.

Вегетативная и соматическая части нервной системы тесно взаимодействуют, их нервные структуры невозможно полностью отделить друг от друга. Поэтому такое деление является аналитическим. В реакциях организма на различные раздражители участвуют одновременно и скелетные мышцы, и внутренние органы (хотя бы потому, что они обеспечивают работу мышц).

Вегетативная и соматическая системы имеют различия:

- 1) в расположении их центров;
- 2) в устройстве их периферических отделов;
- 3) в особенностях нервных волокон;
- 4) в степени зависимости от сознания.

7.2 Симпатический и парасимпатический отделы

Различают 2 функциональных отдела вегетативной нервной системы: сегментарно-периферический, обеспечивающий вегетативную иннервацию отдельных сегментов тела и относящихся к ним внутренних органов, и центральный (надсегментарный), осуществляющий интеграцию, объединение всех сегментарных аппаратов, подчинение их деятельности общим функциональным задачам целого организма.

На сегментарно-периферическом уровне вегетативной нервной системы имеются две относительно самостоятельные ее части – симпатическая и парасимпатическая, согласованная деятельность которых обеспечивает тонкую регуляцию функций внутренних органов и обмена веществ.

Симпатические сегментарные спинномозговые центры расположены в боковых рогах грудного и поясничного отделов спинного мозга. От клеток этих центров берут начало вегетативные волокна, направляющиеся к симпатическим узлам, или вегетативным ганглиям (преганглионарные волокна). Ганглии расположены цепочками по обе стороны позвоночника, составляя так называемые симпатические стволы. Правый и левый стволы на уровне первого (I) копчикового позвонка соединяются и образуют петлю, на середине которой располагается один непарный копчиковый узел. От узлов отходят постганглионарные волокна, идущие к иннервируемым органам. Часть преганглионарных волокон, не прерываясь в ганглиях симпатических стволов, доходит до чревного и нижнего брыжеечного вегетативных сплетений, от нервных клеток которых отходят постганглионарные волокна к иннервируемому органу.

Парасимпатические нервные центры находятся в вегетативных ядрах ствола головного мозга, а также в крестцовом отделе спинного мозга, откуда начинаются парасимпатические преганглионарные волокна. Эти волокна

заканчиваются в вегетативных узлах, расположенных в стенке рабочего органа или в непосредственной близости от него, в связи с чем постганглионарные волокна этой системы чрезвычайно коротки.

Повышение активности симпатической нервной системы сопровождается расширением зрачка, учащением пульса и повышением артериального давления, расширением мелких бронхов, уменьшением перистальтики кишечника и сокращением сфинктеров мочевого пузыря и прямой кишки. Повышение активности парасимпатической системы характеризуется сужением зрачка, замедлением сердечных сокращений, снижением артериального давления, спазмом мелких бронхов, усилением перистальтики кишечника и расслаблением сфинктеров мочевого пузыря и прямой кишки. Согласованность физиологических влияний этих систем обеспечивает гомеостаз – гармоничное физиологическое состояние органов и организма в целом на оптимальном уровне.

Деятельность симпатических и парасимпатических сегментарно-периферических образований находится под контролем центральных надсегментарных вегетативных аппаратов, к которым относятся дыхательный и сосудодвигательный стволы, гипоталамическая область и лимбическая система головного мозга. При поражении дыхательного и сосудодвигательного стволы возникают нарушения дыхания и сердечной деятельности. Ядра гипоталамической области регулируют сердечно-сосудистую деятельность, температуру тела, работу желудочно-кишечного тракта, мочеиспускание, половую функцию, все виды обмена веществ, эндокринную систему, сон и др. Ядра передней гипоталамической области связаны преимущественно с функцией парасимпатической системы, а задние – с симпатической. Лимбическая система не только принимает участие в регуляции активности вегетативных функций, но и в значительной степени определяет вегетативный «профиль» индивидуума, его общий эмоционально-поведенческий фон, работоспособность и память, обеспечивая тесную функциональную взаимосвязь соматической и вегетативной системы.

Лимбическая система представляет собой функциональное объединение структур мозга, участвующих в организации эмоционально-мотивационного поведения (пищевого, полового, оборонительного инстинктов). Эта система участвует в организации цикла «бодрствование–сон».

Контрольные вопросы

1. Каково назначение соматической нервной системы?
2. Каково назначение вегетативной нервной системы?
3. Назовите основные различия между соматической и вегетативной частями нервной системы.
4. Что представляет собой симпатическая нервная система?
5. Как проявляется повышение активности симпатической нервной системы?
6. Что представляет собой парасимпатическая нервная система?

7. Как проявляется повышение активности парасимпатической нервной системы?

8. Что такое гомеостаз?

9. Какие центры контролируют деятельность симпатической системы, а какие – парасимпатической?

10. Верно ли утверждение, что соматическая и вегетативная части нервной системы действуют абсолютно независимо друг от друга? Аргументируйте ваш ответ.

Тема 8. Нейроэндокринная система

Эндокринная, а по современным данным – *нейроэндокринная система*, регулирует и координирует деятельность всех органов и систем, обеспечивая адаптацию организма к постоянно меняющимся факторам внешней и внутренней среды. Результатом такой согласованной работы является сохранение гомеостаза, который, как известно, необходим для поддержания нормальной жизнедеятельности организма. За последние годы исследователями было четко показано, что перечисленные функции нейроэндокринная система выполняет в тесном взаимодействии с иммунной системой.

Эндокринная система представлена железами внутренней секреции, ответственными за образование и высвобождение в кровь различных гормонов.

Установлено, что ЦНС принимает участие в регуляции секреции гормонов всех эндокринных желез, а гормоны в свою очередь влияют на функцию ЦНС, модифицируя ее активность и состояние. Нервная регуляция эндокринных функций организма осуществляется как через гипофизотропные (гипоталамические) гормоны, так и через влияние вегетативной (автономной) нервной системы. Кроме того, в различных областях ЦНС секретируется достаточное количество моноаминов и пептидных гормонов, многие из которых секретируются также в эндокринных клетках желудочно-кишечного тракта.

Эндокринную функцию организма обеспечивают:

- эндокринные железы, секретирующие гормон;
- гормоны и пути их транспорта;
- соответствующие органы, отвечающие на действие гормонов и обеспеченные нормальным рецепторным и пострецепторным механизмами.

Эндокринная система организма в целом поддерживает постоянство во внутренней среде, необходимое для нормального протекания физиологических процессов. Помимо этого, эндокринная система совместно с нервной и иммунной системами обеспечивают репродуктивную функцию, рост и развитие организма, образование, утилизацию и сохранение («про запас» в виде гликогена или жировой клетчатки) энергии.

8.1. Понятие об эндокринных железах

Эндокринные железы – это органы, основной функцией которых является выделение во внутреннюю среду организма (кровь) биологически активных веществ (гормонов)

Экзокринные железы выделяют свой секрет не в кровяное русло, а в просвет полых органов. Например, желудочный сок, содержащий ферменты, выделяется в полость желудка, слюна выделяется в ротовую полость и т.д.

Бывают *смешанные* железы. Например, половые железы выделяют в полость половых органов половые клетки (яйцеклетки и сперматозоиды), а в кровяное русло – половые гормоны (андрогены и эстрогены). Поджелудочная железа выделяет пищеварительный фермент в полость двенадцатиперстной кишки, а гормон инсулин – в кровяное русло.

Щитовидная железа выделяет гормон тиреоидин (тироксин), который стимулирует обмен веществ. Недостаток тироксина замедляет рост и развитие организма.

Паращитовидная железа выделяет паратгормон, который регулирует обмен кальция и фосфора.

Надпочечник имеет два вида ткани: мозговое и корковое вещество. Мозговое вещество выделяет гормон адреналин, который оказывает в основном такое же действие, как и симпатическая иннервация. Корковое вещество выделяет несколько гормонов, так называемых кортикостероидов, влияющих на минеральный обмен, обмен белков и углеводов.

Гипофиз выделяет большое количество гормонов, называемых тропными. Его гормоны стимулируют работу остальных желез внутренней секреции.

8.2. Механизм действия гормонов

Гормон – это биологически активное вещество, которое действует как химический информативный сигнал, способный вызвать в клетке бурные изменения. Гормон, так же как и другие информативные сигналы, связывается мембранными рецепторами клеток. Но в отличие от тех сигналов, которые открывают в мембране ионные каналы, гормон «включает» цепь (каскад) химических реакций, которые начинаются на верхней поверхности мембраны, продолжаются на внутренней ее поверхности, а заканчиваются глубоко внутри клетки. Одним из звеньев этой цепи реакций являются так называемые «вторые посредники» – биологические усилители биохимических процессов. Первые посредники – известные нам синаптические медиаторы. Во всех живых организмах, от человека до одноклеточного, известны всего два вторых посредника: циклическая аденозинмонофосфорная кислота (ЦАМФ) и инозитолтрифосфат (ИФ-3). Ко вторым посредникам относят также и кальций (Ca). Таким образом, второй посредник является посредником в передаче информативного сигнала от гормона к внутренним системам клетки.

8.3. Взаимодействие эндокринных желез

Известны три типа взаимодействия эндокринных желез: антагонизм, синергизм и взаимодействие по принципу прямой положительной и обратной отрицательной связи.

Смысл прямой положительной связи состоит в следующем. Чем больше выделяется тропного гормона гипофизом, тем больше соответствующего гормона выделяет периферическая железа. Например, чем больше гипофиз выделяет тиреотропного гормона, тем больше щитовидная железа выделяет тироксина.

Смысл обратной отрицательной связи состоит в следующем. Чем больше в крови содержание гормона, выделенного какой либо периферической железой, тем меньше начинает выделяться гипофизом соответствующего тропного гормона. Например, если щитовидная железа выделила в кровь слишком много тироксина, то это тормозит дальнейшее выделение гипофизом тиреотропного гормона.

Обратная связь может быть длинной и короткой. Длинная обратная связь означает изменение количества выделяемых рилизинг-факторов гипоталамусом в соответствии с содержанием в крови гормона периферической железы. Например, когда уровень тироксина в крови высокий, то тормозится выделение соответствующего либерина в гипоталамусе. Короткая обратная связь означает изменение количества выделяемых гипофизом тропных гормонов в соответствии с содержанием в крови гормона периферической железы. Например, высокий уровень тиреотропного гормона в крови тормозит выделение гипофизом тиреотропного гормона.

8.4. Психоэмоциональный стресс

В жизни животных и человека время от времени возникает состояние психоэмоционального напряжения, обусловленного наличием таких факторов, как дефицит времени, неопределенность ситуации (трудно определить вероятность событий, принять решение), ее значимость (утолить голод или спасти жизнь?)

Психоэмоциональное напряжение (стресс) сопровождается как субъективными переживаниями, так и физиологическими изменениями во всех системах организма: сердечно-сосудистой, мышечной, эндокринной.

8.5. Гормональный механизм стресса

В начале стресса гипоталамус нервно-проводниковым путем (через симпатическую нервную систему, нервный импульс) стимулирует выделение из надпочечников адреналина. Адреналин усиливает питание мышц и мозга: переводит из жировых «депо» в кровь жирные кислоты (для питания мышц), а из гликогена печени переводит в кровь глюкозу (для питания мозга). Но это состояние энергетически невыгодно организму при длительном стрессе, ведь мышца может «поедать» и глюкозу, не оставляя питания для мозга.

На следующем этапе стресса гипофизом выделяется АКТГ (адренокортикотропный гормон), который стимулирует выделение кортизола из коры надпочечников. Кортизол препятствует усвоению глюкозы в мышечной ткани. Кроме этого, кортизол активизирует превращение белка в глюкозу. Это важно, так как запасы гликогена невелики. Но откуда берется белок? (Вспомним, что во время стресса все процессы переваривания затормаживаются). В организме много структурного белка – все клетки состоят

из него. Но если использовать белок как «топливо», превращая его в глюкозу, то можно разрушить весь организм. Поэтому белок берется из тех тканей организма, без которых можно временно обойтись, которые быстро обновляются. Такой тканью являются лимфоциты, т. е. защитные клетки организма. Их белок и переводится в глюкозу. Но такое «спасение» от стресса имеет побочные отрицательные эффекты, а именно: после длительного стресса легко заболеть простудными и вирусными заболеваниями. К тому же кортизол тормозит активность половых центров гипоталамуса. Поэтому при длительном стрессе (отрицательных эмоциях) у женщин отмечаются нарушения менструального цикла, а у мужчин – нарушение сексуальной потенции.

Контрольные вопросы

1. Какие процессы регулирует нейроэндокринная система?
2. Из чего состоит нейроэндокринная система?
3. На какие группы делятся железы и по какому принципу?
4. Дайте определение понятию «гормон» и опишите механизм действия гормонов.
5. В чем состоит различие между прямой положительной и обратной отрицательной связью?
6. Что представляют собой длинная и короткая обратная связь?
7. Назовите факторы, влияющие на возникновение состояния психоэмоционального стресса.
8. Опишите гормональный механизм протекания стресса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анатомия. Физиология. Психология человека: краткий иллюстрированный словарь / под ред. акад. А. С. Батуева. – СПб. : Питер, 2001. – 256 с.
2. Анатомия человека. В 2 ч. Ч. 2 / под ред. М. Р. Сапина. – М. : Медицина, 1993. – 549 с.
3. Анохин, П. К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса / П. К. Анохин. – М. : Медицина, 1968. – 547 с.
4. Данилова, Н. Н. Психофизиология: учебник для вузов / Н. Н. Данилова. – М. : Аспект-Пресс, 2002. – 373 с.
5. Прибрам, К. Языки мозга / К. Прибрам. – М. : Прогресс, 1975. – 464 с.
6. Соколов, Е. Н. Восприятие и условный рефлекс. Новый взгляд / Е. Н. Соколов. – М. : Московский психолого-социальный институт, 2003. – 287 с.
7. Физиология. Основы и функциональные системы: курс лекций / под ред. К. В. Судакова. – М. : Наука, 2000. – 784 с.

Учебное издание

Асаёнок Иван Степанович
Пархоменко Дарья Александровна
Копыток Анна Владимировна

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Методическое пособие
для студентов специальности 1-58 01 01
«Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий»
всех форм обучения

Редактор Г. С. Корбут
Корректор Е. Н. Батурчик

Подписано в печать 21.10.2011.	Формат 60x84 /16.	Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс.	Отпечатано на ризографе.	Усл. печ. л. 1,86.
Уч.-изд. л. 1,8.	Тираж 70 экз.	Заказ 42.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП №02330/0494175 от 03.04.2009.
220013, Минск, П. Бровки, 6