

79
Н-19

Министерство высшего и среднего специального
образования Республики Узбекистан

САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Э. Нуритдинов, Ж. Эшназаров

ФИЗИОЛОГИЯ И СПОРТИВНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ



Книга должна быть
возвращена не позже
указанного здесь срока

Количество предельных

выдач

--	--

Министерство высшего и среднего специального
образования Республики Узбекистан

Самаркандский государственный университет

Э.Н.Нуритдинов, Ж. Эшназаров

Физиология и спортивная физиология (учебник)

Самарканд-2019

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
TOSHKENT VILOYATI SHIRCHIQ
DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI
AXBOROT RESURS MARKAZI

Ушбу дореллик спорт физиологиясининг энг долзарб муаммоларига бағишланган. Дорелликда жисмоний машиклар таснифининг физиологик асослари, спорт фаолияти пайtida организм ҳолатининг физиологик таъсири, ҳаракат сифатларининг физиологик асослари ҳамда спорт турлари физиологияси каби мавзулар кўриб чиқилган.

Мақсуд дореллик жисмоний маданият ва спорт фаолияти таълим йўналиши бакалавр ва магистрлари учун мўлжалланган.

Учебник посвящен изучению самых актуальных проблем спортивной физиологии. Работа посвящена изучению физиологических основ, классификации физических упражнений, физиологических основ, и характеристики физиологических основ общего состояния организма и физиологии двигательных качеств, а также занятий спортом, физиологические основы качественных движений и физиология спорта.

Этот учебник предназначен для бакалавров и магистров по физическому воспитанию и спорту.

The influence of physical training to the functions of the human organs (physiology of sport) the role of nerve system in gong in for sports, the physiological basis womens sport, the tendencies of developing of movement qualities, physiological bass of sport selection and the influence of healthy physical training.

This textbook is intended for bachelors and masters in physical education and sports.

Рецензенты:

З.Т.Ражамуродов - Доктор биологических наук, профессор.

Э.Э.Кобилев - Доктор медицинских наук, профессор.

ISBN-978-9943-6180-2-2

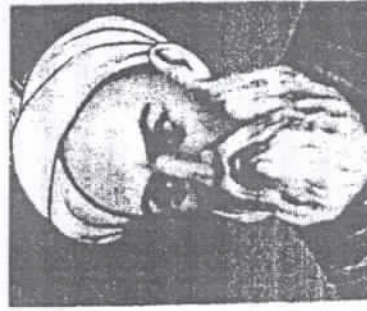
«Введение»

План

1. Предмет физиологии и ее задачи
2. Связь физиологии с другими науками
3. Методы физиологического исследования
4. Краткий исторический очерк развития физиологической науки
5. Развитие физиологии в XX веке
6. Основные принципы Павловской физиологии
7. Биологическая характеристика живого организма
8. Основные физиологические понятия
9. Понятие о внутренней среде организма
10. Нейро-гуморальная регуляция функций организма
11. Краткая характеристика рефлекторной активности организма



Абу Наср Фаробий
(873 – 950)



Абу Али ибн Сино
(980-1037)

Глава I ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИОЛОГИЮ

1.1. Предмет физиологии и ее задачи. Физиология - относится к медико-биологическим наукам. Она изучает функции живого организма, физиологических систем, органов, клеток и отдельных клеточных структур, а также механизмы их регуляции и закономерности жизнедеятельности организма и взаимодействия его с окружающей средой. «Задача физиологии состоит в том, чтобы понять работу машины человеческого организма, определить значение каждой его части, понять, как эти части связаны, как они взаимодействуют и каким образом их взаимодействие получается валовой результат - общая работа организма».

1.2. Связь физиологии с другими науками. Физиология тесно связана с дисциплинами морфологического профиля - анатомией, цитологией, гистологией. Без знания строения клеток, тканей, органов и систем организма нельзя глубоко понять их функцию. Структура и функция тесно связаны между собой, взаимно обуславливают друг друга.

Важнейшее значение для физиологической науки имеют достижения физики и химии, так как все явления, происходящие в организме, связанные с материальными процессами, основаны на законах этих наук. Физиология изучает качественные особенности, отличающие живую природу от неживой. По определению Ф.Энгельса: «Физиология есть, разумеется, физика и в особенности химия живого тела, но вместе с тем она перестает быть специально химией: с одной стороны, сфера ее действия ограничивается, но, с другой стороны, она вместе с тем поднимается здесь на некоторую более высокую ступень».

Физиология также опирается на общую биологию, эволюционное учение и эмбриологию. Это и понятно, так как для изучения жизнедеятельности любого организма необходимо знать историю его развития.

В XX веке появилась новая наука - кибернетика, изучающая общие принципы управления и переработки информации любых системах: биологических, технических, коллективных людей и т.д. Кибернетика позволяет создавать упрощенные

модели биологических явлений, происходящих в организме, помогает понять особенности физиологических процессов и выявить общие принципы регуляции функций и их взаимосвязи.

1.3. Методы физиологического исследования. Физиология - экспериментальная наука. Она располагает двумя основными методами - наблюдением и экспериментом (опытом). Наблюдение позволяет проследить за работой того или иного органа например, сокращением сердца (определить частоту сокращений, какой отдел сокращается первым и т.д.). Однако путем наблюдения нельзя выявить причину сокращения сердца, механизмы регуляции его деятельности. Для этого необходим эксперимент. Наблюдение позволяет познать внешнюю сторону явления, но не раскрывает его сущности. По И. П. Павлову, «... наблюдение собирает то, что предлагает ему природа, опыт же берет у природы то, что он хочет». Таким образом, основным методом физиологического исследования является эксперимент.

Физиологический эксперимент в зависимости от цели и задач, стоящих перед исследователем, может быть острым и хроническим. Острые опыты осуществляются в условиях вивисекции (живосечения) и позволяют изучить за короткий промежуток времени какую-то функцию. Острые опыты имеют ряд недостатков: наркоз, травма, кровопотеря могут извратить нормальную функцию организма. Хронический эксперимент позволяет в течение длительного времени изучать функции организма условиях нормального взаимодействия его с окружающей средой. И.П.Павлов разработал специальные приемы оперативной подготовки животных к проведению хронического эксперимента, например, метод создания фистул для получения пищеварительных соков в чистом виде.

Функции органов могут быть изучены не только в целостном организме, но и вне его, при искусственной их изоляции.

В последние годы в качестве объекта исследования используют мышечные, нервные и другие клетки. В эти клетки вживляют микроэлектроды. С помощью микроэлектродов наносят раздражение и отводят биотоки. По изменению биоэлектрической активности клетки судят о ее функции.

Изучая жизненные процессы и устанавливая их зако-

номерности, физиология открывает широкие перспективы для осознанного вмешательства в эти процессы с целью их изменения в нужном для человека направлении. Отсюда огромное практическое значение физиологии как важнейшего звена в системе медицинских знаний. Современная медицина использует в практических целях каждый новый успех, каждое открытие в области физиологии.

По представлениям И.П.Павлова, физиология и медицина неотделимы друг от друга. Для понимания сущности патологических явлений необходимо знать нормальное течение жизненных процессов. Знание физиологии необходимо для распознавания заболеваний, выбора и проведения правильного лечения, а также для разработки научно обоснованных профилактических мероприятий. Так, изучение физиологии пищеварения И.П.Павловым позволило установить причины заболеваний пищеварительного тракта работоспособности.

1.4. Краткий исторический очерк развития физиологической науки

Физиология прошла длинный и сложный путь развития. Как и анатомия, она возникла из потребностей медицины. Нельзя лечить больного человека, не зная, как функционируют отдельные органы и системы его организма и организм в целом.

Первоначальные представления о функциях организма были сформулированы врачами и учеными древней Греции (Гиппократом (460-377 гг. до н.э.), Аристотелем (384-322 гг. до н.э.), Древнего Рима - Галеном (201 - 131 гг. до н.э.), Древней Китая, Индии.

В Средние века естествознание было подчинено церкви. Созданная ею инквизиция жестоко подавляла всякое стремление к развитию науки. Вскрытия трупов и опыты на животных были запрещены. За свои научные открытия были сожжены на кострах Джордано Бруно, испанский врач Сервет, подвергавшийся гонениям многие другие ученые.

В эпоху Возрождения, когда в ряде стран в результате буржуазных революций на смену феодальному обществу пришел капитализм (XV - XVI века), начали развиваться наука и искусство. В естествознании и медицине большое значение

стали придавать опыту и наблюдению. Крупнейший врач эпохи Возрождения Т.Парацельс (1493 - 1541) писал, что теория врача - это опыт, никто не может стать врачом без науки и опыта.

Дальнейшему развитию физиологии предшествовали успехи анатомии, ибо понимание строения организма, структуры его органов является необходимой предпосылкой к изучению функций. Так, в это время публикуется работа анатома и физиолога, профессора Падуанского университета А.Везалия: «О строении человеческого тела». Это исследование и работы других анатомов подготовили почву для открытий в области физиологии.

Рождение научной физиологии, основанной на наблюдениях и экспериментах, относится к началу XVII века и связано с именем крупнейшего английского врача, анатома и физиолога - Вильяма Гарвея (1578 - 1657). В 1628 г. была опубликована его работа «Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных», в которой В.Гарвей описал большой круг кровообращения. Затем М.Мальпиги (1628-1694), используя микроскоп, показал, что артерии и вены соединяются между собой мельчайшими сосудами - капиллярами. Благодаря наличию капилляров в организме животных и человека образуется замкнутая сеть кровеносных сосудов.

Огромное значение для развития физиологии имело открытие рефлекса французским философом, математиком и физиологом Р.Декартом (1596-1650) в первой половине XVII века.

Большую положительную роль в развитии физиологии сыграли успехи физики и химии в XVII и особенно XVIII веке. Они значительно поколебали религиозные представления о жизненных процессах, происходящих в организме. Однако это часто приводило к неправильным механистическим выводам, к отождествлению физиологии с физикой и химией. В этот период в науке возникает также метафизическое направление: ученые рассматривали явления и предметы изолированно друг от друга, не в движении, а в покое. Появилось представление об абсолютной неизменности природы.

В биологии развивается идеалистическое, антинаучное направление - витализм, сторонники которого признавали

наличие в организме какой-то нематериальной «жизненной» силы, направляющей и регулирующей биологические процессы.

Удар по метафизике был нанесен в XVIII - XIX веках, когда в естествознании произошли великие открытия, утвердившие идею всеобщей связи и развития в природе. Так, в 1748 г. гениальным русским естествоиспытателем М. В. Ломоносовым впервые и задолго до зарубежных ученых был сформулирован закон сохранения массы и энергии. Другим важным событием было открытие клеточного строения организмов П. Ф. Горяниновым (1834), Т. Шванном и М. Я. Шлейденом (1838). Следующим великим открытием явилось эволюционное учение Ч. Дарвина (1859). Ч. Дарвин установил основные причины развития растительного и животного мира и разрешил вопрос о происхождении человека. Философское значение этих открытий состояло в том, что они явились естественным обоснованием диалектико-материалистического взгляда на природу.

Особого расцвета физиология достигла в XIX и XX веках. Большой вклад в разработку физиологических проблем внес известный французский ученый Клод Бернар. Он изучил роль нервной системы в регуляции тонуса кровеносных сосудов и углеводного обмена, а также создал представление о внутренней среде организма. В Германии Э. Дюбуа-Реймон (1818-1878) явился одним из основоположников электрофизиологии. Английский физиолог Ч. Шеррингтон (1857-1949) внес большой вклад в изучение физиологии низших отделов центральной нервной системы (спинного мозга и др.). Фундаментальные исследования физиологии вегетативной нервной системы были проведены в США В. Кенноном (1871-1945).

Благодаря успехам физики в XIX веке был создан ряд приборов, которые позволили более глубоко изучить роль нервной системы в регуляции дыхания, кровообращения

других систем организма. Было показано, что процесс возбуждения всегда связан с электрическими изменениями в тканях. В противовес виталистскому направлению в биологии получает развитие нервизм - прогрессивное материалистическое направление, разработанное главным образом русскими физиологами и клиницистами - И. М. Сеченовым, И. П. Павловым, С. П. Боткиным, В. М. Бехтеревым и другими.

В XIX веке была установлена роль различных звеньев рефлекторной дуги, разработана рефлекторная теория нервной деятельности, выяснено значение больших полушарий головного мозга в возникновении ощущений и произвольных движений.

И. М. Сеченова заслуженно называют «отцом русской физиологии». Первые работы И. М. Сеченова были посвящены проблеме переноса газов кровью. Он изобрел абсорбиометр для извлечения газов крови, принцип работы которого используется и в настоящее время. И. М. Сеченов показал, что гемоглобин эритроцитов переносит не только кислород, но и углекислый газ. И. М. Сеченов разрабатывал вопросы физиологии труда. Изучая вопросы утомления, он установил значение так называемого активного отдыха.

Мировое признание получило открытие И. М. Сеченовым явления центрального торможения (1862), что послужило основой для дальнейшего изучения взаимоотношений процессов возбуждения и торможения в нервной системе.

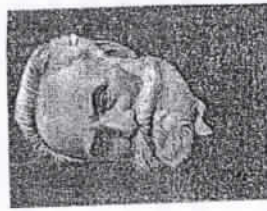
Выдающаяся роль в развитии отечественной и мировой физиологической науки сыграл И. П. Павлов. На И. П. Павлова огромное влияние оказали идеи демократов-просветителей и юнги И. М. Сеченова «Рефлексы головного мозга». Он покинул Рязанскую духовную семинарию и поступил в 1870 г. в Петербургский университет на естественное отделение физико-математического факультета. Желая расширить свои знания в области физиологии по окончании университета И. П. Павлов поступил в Медико-хирургическую академию, которую окончил в 1879 г. В дальнейшем И. П. Павлов всю свою жизнь посвятил изучению физиологии.



И. М. Сеченов (1829-1905)



Н. Е. Введенский (1852-1922)



И. П. Павлов (1849-1936)

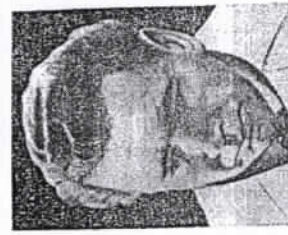
И. П. Павлов является создателем новой диалектической материалистической физиологии. На XV Международном конгрессе физиологов, проходившем в 1935 г. в нашей стране И. П. Павлов был признан старейшей физиологов мира. Это была дань заслугам И. П. Павлова и отечественной физиологической науке.

Научная деятельность И. П. Павлова развивалась в трех направлениях: изучение вопросов физиологии кровообращения (1874-1889), физиологии пищеварения (1889-1901), высшей нервной деятельности животных и человека (1901 - 1936).

Изучение функций высших отделов центральной нервной системы животных позволило вплотную подойти к раскрытию законов деятельности головного мозга человека. И. П. Павлов создал учение о типах высшей нервной деятельности, которое имеет не только теоретическое, но и практическое значение. Вершиной творчества И. П. Павлова является его учение о сигнальных системах коры большого мозга. И. П. Павлов показал



А. А. Орбели (1882 - 1958).



П. К. Анохин (1898 - 1974).

качественные особенности высшей нервной деятельности человека, изучил и описал механизмы абстрактного мышления, присущего только человеку. В своей научной деятельности И. П. Павлов постоянно стремился поставить достижения физиологии на службу практической медицине.

До И. П. Павлова в физиологической науке преобладал аналитический подход к изучению функций организма. Физиологи исследовали работу отдельных органов, искусственно выделяя их из целостного организма. Это позволило собрать массу сведений о функциях отдельных органов, но не раскрывало взаимосвязи различных систем целостного организма, а также взаимодействия его с внешней средой.

И. П. Павлов является создателем нового синтетического направления в физиологии, которое позволяет изучать функции органов, физиологические процессы в целостном организме, во взаимной связи с деятельностью других органов, учитывая при этом влияние внешней среды. Синтетический метод дал возможность установить роль нервной системы в регуляции жизненных функций. И. П. Павлов использовал и аналитические приемы исследования функций, однако они не имели в его экспериментах самодовлеющего значения. Следовательно, основной принцип исследований И. П. Павлова состоял в аналитико-синтетическом подходе к изучаемым физиологическим явлениям.

Разработанные И. П. Павловым принципы, идеи и методы оказали влияние на дальнейшее развитие физиологии.

Большая заслуга в развитии современной физиологии принадлежит ученикам И.П.Павлова - Л.А.Орбели, К.М.Быков) В.Н.Черниговскому, П.К.Анохину и др.

Л.А.Орбели создал учение об адапционно-трофическо функции симпатической нервной системы и внес большой вклад в развитие эволюционной и возрастной физиологии.

Исследованиями В.Н.Черниговского установлено важнейшее положение о двусторонней (прямой и обратной) связи внутренних органов с корой большого мозга.

П.К.Анохин создал учение о функциональных системах организма. Функциональной системой называется совокупность органов и тканей, принадлежащих к различным анатомическим образованиям, но обеспечивающих определенную форму приспособительной деятельности организма. Конечной целью работы функциональной системы является поддержание в организме нормальных условий течения обменных процессов и гомеостаза (то есть постоянства состава его внутренней среды). Принципиальная схема функциональной системы представлена на рис. 1.

1.5. Функциональная система- это не анатомическое образование, а временная совокупность различных нервных центров и периферических органов, объединенных в единое целое полезным для организма результатом, который эта система создает. Именно полезный результат (нормализация измененного артериального давления, напряжения кислорода или уровня сахара в крови, приспособительный двигательный акт и сложная поведенческая реакция) определяет структуру функциональной системы, то есть необходимый подбор органов и регулирующих их деятельность включается: 1) рецепторы воспринимающие воздействие факторов внешней среды; 2) проводниковые аппараты, передающие сигналы от рецепторов; 3) центральные нейроны и их связи, обеспечивающие объединение функций; 4) совокупность различных органов изменение деятельности которых дает полезный результат; совокупность

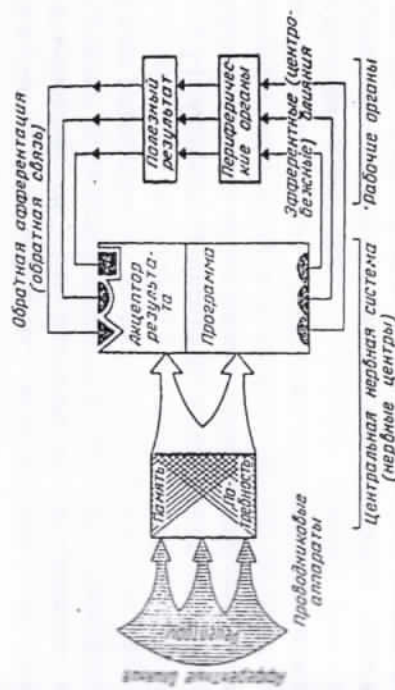


Рис. 1. Общая схема функциональной системы

афферентных аппаратов, обеспечивающих обратную афферентацию (обратную связь).

Структура и свойства функциональной системы зависят не только от особенностей внешних воздействий, но также от потребностей и опыта организма. Влияния внешней среды воспринимаются рецепторами, которые посылают сигналы к нервным центрам. В нервных центрах на основании этих сигналов, потребности организма в данный момент и его предшествующего опыта (память) создается программа. В соответствии с программой из нервных центров посылаются афферентные (центростремительные) импульсы, которые изменяют функцию периферических органов. Одновременно с программой в центральной нервной системе формируется модель будущего результата. П.К.Анохин назвал эти звенья центральной нервной системы акцептором результатов действия, то есть аппаратом предсказания (прогнозирования) ответной реакции организма. Изменения функции периферических органов воспринимаются находящимися в них рецепторами, возникает обратная афферентация в виде сигналов о результатах, которые поступают в нервные центры, и информация сопоставляется в акценторе результатов с прогнозом. В случае несоответствия по какому-либо причинам результата и прогноза структура функциональной системы изменяется за счет включения нервных центров и органов, и полезный для организма результат

достигается. Таким образом, отличительным особенностью функциональной системы является ее способность - к саморегуляции и высокая изменчивость в процессе достижения полезного результата.

1.6. Основные принципы павловской физиологии

Живой организм представляет собой единое целое, в котором деятельность клеток, тканей, органов, физиологических систем согласована и связана. Организм обладает способностью саморегуляции функций.

Организм может активно существовать только при постоянном взаимодействии с окружающей его внешней средой. Из внешней среды он получает все необходимое для жизнедеятельности и в нее же постоянно выделяет конечные продукты обмена веществ. Для нормального функционирования организм должен быть уравновешен с условиями внешней среды. Непрерывная связь организма с внешней средой осуществляется, в частности, при участии врожденных безусловных рефлексов и за счет приобретаемых в течение жизни условных рефлексов. Организм человека взаимодействует так и с социальной средой, которая оказывает на человека огромное влияние. Во взаимодействиях человека с социальной средой важнейшая роль принадлежит второй сигнальной системе, лежащей в основе речи и мышления человека.

Единство организма человека и связь его с внешней средой осуществляются главным образом за счет деятельности нервной системы, особенно ее высших отделов - коры больших полушарий и подкорковых образований.

Принцип нервизма в физиологии и медицине возник в результате накопления данных о строении нервной системы, представлений о физиологической роли нервных механизмов регуляции функций организма животных и человека. Определение нервизма впервые дано в 1883 г. И.П.Павловым его докторской диссертации «Центробежные нервы сердца». «Под нервизмом следует понимать физиологическое направление, стремящееся распространить влияние нервной системы на возможно большее количество деятельности организма».

И.П.Павлов установил роль нервной системы в регуляции функций системы кровообращения, желудочно-кишечного тракта; впервые обнаружил влияние нервной системы на обменные процессы, протекающие в органах и тканях (трофическое влияние нервной системы); показал, что нервная система обеспечивает объединение (интеграцию) функций отдельных органов и систем организма и его связь с внешней средой. Одним из важнейших направлений исследований И.П.Павлова является выяснение роли высшего отдела центральной нервной системы - коры большого мозга - в регуляции функций организма. Раздел: «Биологическая характеристика живого организма».

Глава 2. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИВОГО ОРГАНИЗМА

План:

1. Биологическая характеристика живого организма.
2. Основные физиологические понятия
3. Понятие о внутренней среде организма.
4. Нейро-гуморальная регуляция функций организма.
5. Краткая характеристика рефлекторной активности организма.

2.1. Биологическая характеристика живого организма

Организм представляет собой целостную, сложную динамичную систему. Все составные части этой системы строго дифференцированы по структуре и функциям.

Необходимым условием и признаком жизни является обмен веществ, который тесно связан с материальной основой жизни белковыми телами. Классическое определение особенности живого организма дает Ф.Энгельс: «Жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь...»

Живой организм характеризуется наличием раздражимости и возбудимости. Благодаря этим свойствам он реагирует на раздражение возбуждением. В результате этого осуществляется или иная функция органа, системы или организма в целом. Движение живого организма характерно широкой приспособляемостью к условиям существования.

Адаптация, то есть способность организма приспосабливаться к воздействиям окружающей среды, может привести к изменению функций отдельных физиологических систем. Например, при длительном преобладании в пищевом рационе белков в составе пищеварительных соков будет больше выделяться ферментов расщепляющих белки.

Приспособляемость, согласно И.П.Павлову, получает высшее развитие в деятельности нервной системы, в ее способности образовывать временные связи - условные рефлексы.

Особенностью живого организма является также способность к саморегуляции, что обеспечивает устойчивость его к воздействиям факторов внешней среды, приспособление к условиям существования. Например, если в организме под влиянием каких-то причин повысится или понизится артериальное давление то за счет возбуждения чувствительных нервных окончаний, пронизывающих сосуды, рефлекторно изменится деятельность сердца и просвет кровеносных сосудов, в результате чего артериальное давление вернется к исходному уровню.

2.2. Основные физиологические понятия

Активность животных и человека проявляется в виде функций и физиологических актов.

Функции - специфическая деятельность и свойство дифференцированных клеток, тканей, органов организма, проявляющиеся как физиологический процесс или совокупность процессов. Например, функцией мышц является ее сокращение; железистых клеток - образование секрета; нервных клеток - возникновение нервных импульсов. За счет изменения функций организм приспосабливается к внешней среде, к условиям существования. Все функции можно разделить на животные, или соматические (от soma - тело), и вегетативные (от vegeto - возбуждать, оживлять, усиливать, расти).

Соматические функции осуществляются за счет деятельности скелетных мышц, которые иннервируются соматической нервной системой.

Вегетативные функции связаны с обменом веществ, процессами кровообращения, дыхания, пищеварения, выделения, роста и размножения. Эти функции осуществляются за счет работы внутренних органов, деятельность которых регулируется вегетативной нервной системой.

Физиологический акт - сложный процесс, который осуществляется при участии различных физиологических систем организма. Так, различают физиологические акты дыхания, пищеварения, выделения, движения и т.д. Например, в физиологическом акте пищеварения участвуют определенные отделы центральной нервной системы, которые приносят в достояние возбуждения при виде, запаха, ощущения вкуса пищи;

скелетные мышцы (добывание, обработка и приготовление пищи); железы желудочно-кишечного тракта (выделение пищеварительных соков); гладкие мышцы пищеварительной трубки (при сокращении происходит передвижение содержимого в желудочном тракте); кишечный эпителий всасывание питательных веществ, воды и т. д.). В процессе пищеварения принимают участие и другие системы: кровообращение, кровь и т. д. Таким образом, сложный физиологический акт пищеварения обеспечивается за счет функций разнообразных дифференцированных клеток, тканей органов и их систем.

2.3. Понятие о внутренней среде организма

Для нормального функционирования организма необходимо постоянство состава его внутренней среды. Понятие о внутренней среде организма было введено в XIX веке французским физиологом Клодом Бернаром.

Под внутренней средой организма в настоящее время понимают совокупность жидкостей (кровь, лимфа, тканевая цереброспинальная жидкость), принимающих участие в процессе обмена веществ и поддержании гомеостаза организма.

Для нормальной жизнедеятельности организма необходимы относительное постоянство состава внутренней среды, ее физико-химических и биологических свойств. Это относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды (устойчивость основных физиологических функций) (кровообращения, дыхания и т. д.) организма получило название гомеостаза. Гомеостаз характеризуется рядом биологических констант.

Под биологическими константами понимают устойчивые количественные показатели, которые характеризуют нормальную жизнедеятельность организма. К биологическим константам относят активную реакцию крови, содержание сахара в питательных веществах в крови, величину осмотического артериального давления, температуру тела и т. д.

От состава и свойств внутренней среды организма зависят возбудимость органов и тканей, их чувствительность раздражителям. Кроме того, состав внутренней среды организма влияет на питание (трофику) клеток, органов и тканей.

образом, внутренняя среда определяет все жизненные проявления организма, в том числе его рефлекторную деятельность.

Постоянство состава и свойств внутренней среды организма является не абсолютным, а относительным, так как в процессе жизнедеятельности создаются условия для ее изменения. Имеются специальные механизмы (гомеостатические реакции), которые обеспечивают саморегуляцию состава и свойств внутренней среды, то есть поддерживают гомеостаз. Это достигается непрерывно происходящей работой ряда органов и физиологических систем. Например, в процессе жизнедеятельности постоянно происходит приток питательных веществ в организм. Их уровень поопляется за счет функций органов пищеварения.

Функциональные возможности механизмов, поддерживающих гомеостаз не беспредельны. При длительном пребывании организма в неблагоприятных условиях может произойти нарушение гомеостаза, в некоторых случаях несовместимое с жизнью. Например, при значительном повышении или понижении окружающей температуры может наступить перегревание или охлаждение организма, приводящее к смерти.

Гомеостатические реакции организма имеют приспособительный характер. Количество глюкозы в крови в норме поддерживается на уровне $4,45 - 6,65 \text{ ммоль/л}$ ($80 - 120 \text{ мг\%}$). При уменьшении или увеличении содержания глюкозы в крови под влиянием гомеостатических реакций происходит его нормализация. Так, снижение уровня глюкозы в крови вызывает возбуждение симпатической нервной системы, что стимулирует выделение адреналина из мозгового вещества надпочечников. Током крови адреналин доставляется к клеткам печени, где повышается активность ферментов, расщепляющих гликоген. Образующаяся из гликогена глюкоза поступает в кровь. Одновременно в кровь, выделяется ряд других гормонов (глюкагон - из поджелудочной железы, глюкостероиды - из надпочечников, соматотропин - из гипофиза). Их действие также направлено на нормализацию сниженного содержания сахара в крови.

2.4. Нейро-гуморальная регуляция функций организма

Организм животных и человека функционирует как единое целое и представляет собой саморегулирующуюся систему.

Взаимосвязанная согласованная работа всех органов физиологических систем обеспечивается нервными гуморальными механизмами.

В процессе эволюционного развития первыми сформировались гуморальные (жидкостные) механизмы регуляции. Они возникли в том этапе эволюционного развития животного мира, когда появились кровь и кровообращение. Гуморальная, жидкостная химическая регуляция функций осуществляется за счет гормонов, медиаторов, продуктов обмена и других активных веществ, находящихся в жидкостях организма (кровь, лимфа, цереброспинальная жидкость). Этот вид регуляции является наиболее универсальным. По выражению А.А. Ухтомского, химическая регуляция функций осуществляется по принципу «всем, всем, всем». Однако за счет гуморальной регуляции невозможна быстрая перестройка деятельности организма, изменение его функций, так как этот вид регуляции ограничен скоростью движения крови по сосудам, равной 0,5 - 500 мм/с.

С появлением у животных нервной системы возник нервный механизм регуляции функций, который обеспечивает быструю перестройку функций органов и организма в целом в соответствии с условиями существования. Это возможно потому, что скорость распространения нервных импульсов по нервным проводникам (120 - 140 м/с) значительно превышает скорость движения крови по сосудам.

Нервная регуляция не исключает, а подчиняет себе гуморальную регуляцию. Поэтому в целостном организме существует единая нейрогуморальная регуляция функций. Например, в процессе жизнедеятельности организма в тканях накапливается углекислый газ. Он возбуждает нервные клетки дыхательного центра. При этом ритм дыхательных движений становится чаще и глубина их увеличивается, что способствует удалению углекислого газа из организма. Таким образом, регуляция дыхательной функции организма осуществляется участием нервных и гуморальных механизмов.

Следовательно, нейрогуморальная регуляция объединяет (интегрирует) все функции организма, благодаря чему функционирует как единое целое.

2.5. Краткая характеристика рефлекторной активности организма

Организм животных и человека находится в неразрывном единстве с окружающей внешней средой благодаря активности нервной системы, деятельность которой осуществляется по принципу рефлекса (от reflexus - отражение). Для возникновения рефлекса необходима какая-то причина, толчок, раздражитель. Следовательно, рефлекс - причинно обусловленная (детерминированная) реакция организма на раздражение, осуществляемая при обязательном участии центральной нервной системы.

Понятие рефлекса как основного акта нервной деятельности было введено в физиологию Декартом (XVII век). Изучая ответные реакции организма на раздражение, он дал описание рефлекторного акта. Сам термин «рефлекс» появился несколько позже, он принадлежит чешскому ученому Прохаске (конец XVIII века).

И.М. Сеченов (1863) впервые высказал предположение, что деятельность головного мозга осуществляется по принципу рефлекса. Это было важнейшим материалистическим положением, так как до этого функции головного мозга и связанная с ними психическая деятельность человека представлялась загадочной, не поддающейся изучению.

И.П. Павлов, открыв новый вид рефлекторных реакций - условные рефлексы, использовал их как метод для изучения функций высших отделов центральной нервной системы (кора головного мозга, подкорковые образования).

Для проявления любой рефлекторной реакции необходимо наличие раздражителя и совокупности нервных образований, получающей название рефлекторной дуги, которая включает следующие звенья: рецептор, афферентный нервный путь, рефлекторный центр, эфферентный путь и эффектор.

Рецептор - это начало любой рефлекторной дуги. Рецептор принимает раздражение и преобразует (трансформирует) энергию раздражения в нервные импульсы. Анатомически рецепторы представляют собой чувствительные нервные окончания, которые имеют высокую специфичность по отношению к раздражителям. Каждый вид рецепторов реагирует на определенный раздражитель.

Различают: 1) экстерорецепторы, возбуждающиеся под

влиянием раздражителей из окружающей среды (рецепторы кожи, глаза, внутреннего уха, слизистой оболочки носа и ротовой полости); 2) интерорецепторы, воспринимающие раздражения из внутренней среды организма (рецепторы внутренних органов, сосудов); 3) проприорецепторы, реагирующие на изменение положения отдельных частей тела в пространстве (рецепторы мышц, сухожилий, связок, суставных сумок).

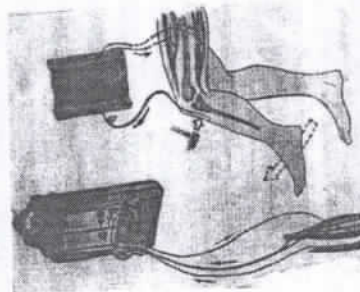
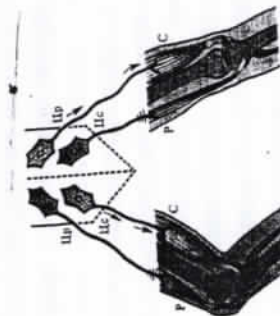


Схема двух и трехнейронной организации рефлекторной дуги (слева) и коленного рефлекса (справа)



Рецепторной торможение

Р - разгибательные мышцы

С - сгибательные мышцы

ЦР - центр разгибательных мышц

ЦС - центр сгибательных мышц

Возбужденные нейроны обозначены красным цветом;

Торможение - серым цветом

По афферентному (центростремительному) нервному пути передаются нервные импульсы от рецепторов в центральную нервную систему. Афферентный путь представлен чувствительными нервными волокнами воспринимательного нейрона.

Рефлекторный центр - группа нервных клеток, расположенных в различных отделах центральной нервной системы.

Здесь происходит переработка поступивших нервных импульсов и переклечение их на эфферентный нервный путь.

По эфферентному, (центробежному) нервному пути передаются нервные импульсы от рефлекторного центра к эффектору. Он представлен нервными волокнами эфферентных нервных клеток, расположенных в центральной нервной системе или вегетативных ганглиях. Эфферентные волокна могут быть двигательными или секреторными.

Эффектор - это рабочий орган, отвечающий на раздражение мышечным своей деятельностью. Эффекторами являются мышцы и железы.

Но современным представлениям, нервные центры и эффекторы имеют двустороннюю нервную связь. Эффекторы не только получают команду от центральной нервной системы, но и посылают к ней центrostremitельные импульсы, информирующие о характере ответа рабочего органа (эффектора). Благодаря обратной связи контролируется точность выполнения команды, осуществляется более совершенное приспособление организма к внешней среде.

Биологическая роль рефлексов состоит в том, что они регулируют, контролируют, координируют (согласовывают) функции внутренних органов и физиологических систем организма животных и человека. Рефлекторные реакции организма имеют приспособительное значение. За счет рефлекторной деятельности организм тонко, точно и совершенно приспособляется к внешней среде и уравнивается с ней.

Таким образом, классические представления о рефлекторной дуге как разомкнутом образовании подверглись пересмотру и уточнению. В настоящее время рефлекторная дуга рассматривается как замкнутое образование - в виде кольца с обратной связью (обратной афферентацией). Это обусловлено наличием в рабочем органе рецепторов, информирующих нервный центр о

правильности выполненной команды.

Учение о функциональных системах позволяет лучше понять механизмы, обеспечивающие приспособление организма окружающей его среде. Рефлекторные же дуги, входя в структуру функциональных систем, вместе с другими ее компонентами принимают активное участие в поддержании нормального течения обменных процессов и сохранение гомеостаза.

Глава 3

Раздел: «Возбудимые ткани»

План:

1. Понятие о возбудимых тканях. Возбуждение. Возбудимость
2. Раздражители подпороговые, пороговые, надпороговые
3. Потенциал покоя
4. Потенциал действия
5. Фазы изменения возбудимости
6. Учение Н.Е.Введенского о функциональной подвижности (лабильности)
7. Физиологические свойства нервных волокон
8. Миелиновые и безмиелиновые нервные волокна
9. Утомление нервного волокна
10. Понятие о синапсах. Виды синапсов и их строение
11. Механизм передачи возбуждения через синапс
12. Основные свойства синапсов
13. Учение Н.Е.Введенского о парабозе
14. Понятие о двигательном аппарате
15. Виды мышц
16. Основные физиологические свойства скелетных мышц
17. Одностороннее и двустороннее мышечное сокращение
18. Физиологические особенности гладких мышц
19. Утомление мышц и его физиологические основы
20. Эргография

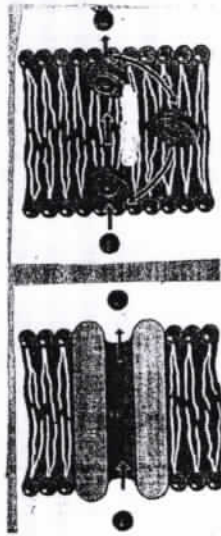
3.1. НЕРВНО-МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА ПОНЯТИЕ О ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЯХ. ВОЗБУЖДЕНИЕ. ВОЗБУДИМОСТЬ

Все живые ткани и клетки под влиянием раздражителей переходят из состояния относительного физиологического покоя в состояние активности. Степень активного состояния живой ткани может быть различной. Наиболее яркая ответная реакция действия раздражителей наблюдается со стороны нервной мышечной ткани, менее выражена она в железистой соединительной ткани.

Основными физиологическими свойствами нервной мышечной ткани являются: возбудимость, проводимость, рефрактерность лабильность.

Возбудимость - способность живой специализированной ткани отвечать на действие раздражителя изменением физиологических свойств и возникновением процесса возбуждения.

Проводимость называют способность живой ткани проводить возбуждение.



Строение клеточной мембраны

Рефрактерность - это временное снижение возбудимости ткани, возникающее после ее возбуждения.

Все живые ткани в зависимости от особенностей обменных процессов могут возбуждаться в единицу времени определенное число раз. Указанную способность тканей Н.Е.Введенский назвал лабильностью, или функциональной подвижностью.

Возбуждение - это активный физиологический процесс, который возникает в ткани под действием раздражителя и характеризуется рядом общих и специфических признаков.

К общим признакам возбуждения, которые присущи

возбудимым тканям, относятся: изменение уровня обменных процессов в тканях, выделение различных видов энергии - тепловой, электрической, а по некоторым данным, и лучистой.

Специфические признаки возбуждения проявляются в функциональности живых структур. Так, например, специфическим признаком возбуждения мышечной ткани является сокращение; железистой - выделение секрета; нервной - выделение (генерация) нервного импульса.

Различают две формы возбуждения: местное распространяющееся и импульсное волнообразно распространяющееся.

При местном возбуждении активируются только отдельные структуры возбудимого образования. Местное возбуждение - это функциональный механизм для возникновения распространяющегося возбуждения. В этом его биологическое значение.

В процессе эволюции возбуждение стало распространяющимся импульсным. Биологическое значение распространяющегося возбуждения заключается в том, что оно обеспечивает функциональное опосредование раздражаемого образования, активируя его в целом.

Раздражители подпороговые, пороговые, надпороговые.

Раздражитель - фактор, способный вызвать ответную реакцию возбудимых тканей. Раздражители делятся на: физические (электрический ток, механические, температурные и др.), химические (кислоты, щелочи и др.), физико-химические (биогенные, сдвиг pH и др.).

По биологическому признаку раздражители могут быть специфическими (адекватными) и неспецифическими (анадекватными). Специфические раздражители при минимальных энергетических затратах вызывают возникновение возбуждения только в определенных возбудимых структурах. Так, адекватным раздражителем для фоторецепторов сетчатки глаза являются световые лучи (кванты света). Неспецифические раздражители в определенных условиях существования организма вызывают ответную реакцию со стороны возбудимых тканей при достаточной силе и продолжительности своего действия. Например, обильное раздражение в ответ на раздражение кислотой рецепторов слезной полости.

В условиях физиологического эксперимента в качестве

раздражителя чаще всего используют электрический ток легко дозировать и он является адекватным раздражителем для возбудимых тканей, так как их функциональная активность всегда сопровождается электрическими явлениями.

По своей силе раздражители могут быть **пороговыми**, **надпороговыми**.

Подпороговый раздражитель - это раздражитель такой силы, который не вызывает видимых изменений, но обуславливает возникновение физико-химических сдвигов в возбудимых тканях. Однако степень этих сдвигов недостаточна для возникновения распространяющегося возбуждения.

Пороговый - это раздражитель минимальной силы, который впервые вызывает видимую ответную реакцию со стороны возбудимой ткани. Пороговую силу раздражителя называют порогом раздражения или возбуждения. Порог раздражения является мерой возбудимости ткани. Между порогом раздражения и возбудимостью существует обратная зависимость: чем выше возбудимость, тем ниже порог раздражения; чем ниже возбудимость, тем выше порог раздражения.

Надпороговый - это раздражитель, сила которого превышает пороговую раздражителя.

Следует отметить, что порог раздражения - показатель достаточно изменчивый и значительно зависит от исходного функционального состояния возбудимой ткани.

Законы раздражения. Для возникновения возбуждения решающее значение имеет сила раздражителя. Чем больше сила раздражителя, тем выше (до определенных пределов) ответная реакция со стороны возбудимой ткани - закон силы раздражения. Однако не меньшее значение имеет и длительность действия раздражителя. Французский ученый Лапик создал учение хронаксии как пороговом времени (пороговая длительность раздражения), необходимым для возникновения возбуждения живой ткани.

Хронаксия - наименьший промежуток времени, в течение которого ток силой в 2 реобазы (пороговая сила раздражителя электрического тока) вызывает в ткани возбуждение.

Хронаксия (δ) изменяется в тысячных долях секунды. Величине хронаксии можно судить о скорости возникновения возбуждения в ткани: чем меньше хронаксия, тем быстрее возникает возбуждение. Хронаксия нервных и мышечных воло-

конца равна тысячным и десятитысячным долям секунды, а хронаксия так называемых медленных тканей, например, мышечных волокон желудка лягушки - сотым долям секунды.

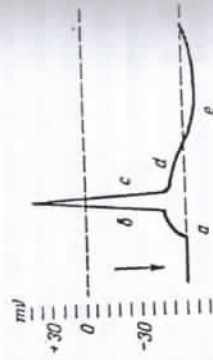
Определение хронаксии возбудимых тканей получило широкое распространение не только в эксперименте, но и в физиологии спорта, в клинических исследованиях. В частности, путем измерения хронаксии мышцы невропатолог может установить наличие повреждения двигательного нерва.

Необходимо отметить, что раздражитель может быть достаточно сильным, иметь пороговую длительность, но низкую скорость нарастания во времени до пороговой величины, возбуждение в этом случае не возникает. Приспособление возбудимой ткани к медленно нарастающему раздражителю получило название аккомодации. Аккомодация обусловлена тем, что во время нарастания силы раздражителя в ткани успевают произойти активные изменения, повышающие порог раздражения и препятствующие развитию возбуждения. Таким образом, скорость нарастания раздражителя во времени, или градиент раздражения, имеет существенное значение для возникновения возбуждения. Чем больше градиент раздражения, тем сильнее (до определенных пределов) и ответная реакция возбудимого образования (закон Фанхенга раздражения).

Следовательно, законы раздражения отражают сложные взаимоотношения между раздражителем и возбудимой структурой или их взаимодействие. Для возникновения возбуждения раздражитель должен иметь пороговую силу, обладать пороговой длительностью и иметь определенную скорость нарастания во времени. Регистрация потенциала действия с помощью электрических усилителей и микроэлектродов позволила выяснить достаточно сложную его структуру (рис. 2). В потенциале действия отражаются местные колебания мембранного потенциала, пик потенциала действия и следовые потенциалы - отрицательный и положительный. Пик потенциала действия представлен восходящей ветвью и нисходящей (с) ветвями. Восходящая часть пика потенциала действия соответствует уменьшению заряда мембраны до нуля (деполяризация), возникает разность потенциалов мембранного знака. В связи с этим восходящая часть пика потенциала действия называют фазой деполяризации. Нисходящая часть пика действия соответствует восстановлению исходного уровня поляризации (реполяризации) мембраны.

Рис. 2. Структура потенциала действия, зарегистрированного с помощью внутриклеточного микроэлектрода.

а - местные колебания мембранного потенциала;
 в - восходящая часть пика потенциала действия (фаза деполяризации);
 с - нисходящая часть пика потенциала действия (фаза реполяризации);
 d - отрицательный следовой потенциал;
 e - положительный следовой потенциал. Стрелкой показан момент нанесения раздражения.



Поэтому нисходящую часть пика потенциала действия называют фазой реполяризации. Следовые потенциалы связывают с восстановительными процессами, медленно развивающимися в нервных и мышечных волокнах по окончании процесса возбуждения. Продолжительность потенциала действия в нервных мышечных волокнах составляет 0,1 - 5 мс, при этом реполяризации всегда предшествует фаза деполяризации. Следовые потенциалы имеют низкую амплитуду (несколько милливольт) и более продолжительны, чем потенциал действия. Происхождение мембранного потенциала и потенциал действия. Наибольшее число сторонников в настоящее время имеет мембранная теория, предложенная немецким исследователем Бернштейном (1902, 1912), модифицированная и экспериментально разработанная Ходжкиным, Хаксли, Катцем (1949-1952).

Установлено, что в основе биоэлектрических явлений лежит неравномерное распределение (ассиметрия) ионов в цитоплазме клетки и окружающей ее среде. Так, протоплазма нервных мышечных клеток содержит в 30-50 раз больше ионов калия, в 5 раз меньше ионов натрия и в 50 раз меньше ионов хлора, внеклеточная жидкость. Кроме того, в состав цитоплазмы входят органические анионы (крупномолекулярные соединения несущие отрицательный заряд), которые отсутствуют во внеклеточной среде.

Сторонники мембранной теории основной причиной ионного

ассиметрии считают наличие клеточной мембраны со специфическими свойствами.

Мембрана клетки - поверхностный слой цитоплазмы толщиной 10 нм (90 - 100 Å), структура которого была изучена с помощью электронного микроскопа. Согласно жидкостно-мозаичной модели Синглера, Николсона, мембрана состоит из двойного слоя липидных веществ, фосфолипидов, в который включены белки. Одни белки пронизывают мембрану насквозь, другие - погружены в ее толщу. Мембранные белки обладают определенной специфичностью. В мембране обнаружены специальные каналы - поры, через которые вода и ионы проникают внутрь клетки. Предполагают, что для каждого иона имеются специальные каналы. В связи с этим проницаемость мембраны для тех или иных ионов будет зависеть от размеров пор и диаметров самих ионов. В состоянии относительного физиологического покоя мембрана обладает повышенной проницаемостью для ионов калия, проницаемость же ее для ионов натрия резко снижена.

Таким образом, особенности проницаемости клеточной мембраны, а также размеры ионов являются одной из причин, обеспечивающих асимметрию их распределения по обе стороны клеточной мембраны. Ионная же асимметрия - одна из основных причин возникновения мембранного потенциала, при этом ведущая роль принадлежит неравномерному распределению ионов калия.

Ходжкиным выполнены классические опыты на гигантском рваном волокне кальмара. При выравнивании концентрации ионов калия внутри волокна и в окружающей жидкости мембранный потенциал исчезал. Если же волокно заполнялось искусственным раствором, близким по составу к составу к внутриклеточной жидкости, между внутренним и наружной сторонами мембраны устанавливалась разность потенциалов, примерно равная мембранному потенциалу нормального волокна (50-80 мВ).

Механизм возникновения потенциала действия значительно сложнее. Основная роль в его возникновении принадлежит ионам натрия. При действии раздражителя пороговой силы проницаемость мембраны клетки для ионов натрия возрастает в 500 раз и превышает проницаемость для ионов калия в 10-20 раз. В связи с этим натрий лавинообразно устремляется в клетку, что приводит к перезарядке клеточной мембраны. Наружная сторона ее заряжается отрицательно по отношению к внутренней.

Восстановление исходного уровня мембранного потенциала (реполяризация) осуществляется за счет резкого снижения проницаемости (инактивация) и активного переноса ионов натрия из цитоплазмы клетки в окружающую среду.

Доказательства натриевой гипотезы потенциала действия таковы. Действительно, если потенциал действия имеет натриевую природу, то, изменяя концентрацию ионов натрия, можно изменить величину потенциала действия. Оказалось, что при замене $2/3$ морской воды, которая является нормальной окружающей средой для гигантского аксона кальмара, на изотонический раствор декстрозы, то есть при изменении концентрации натрия в окружающей среде на $2/3$, потенциал действия уменьшался наполовину.

Таким образом, возникновение биопотенциалов является функцией биологической мембраны, обладающей избирательной проницаемостью. Величина мембранного потенциала и потенциал действия обуславливается ионной асимметрией в системе клеточная среда.

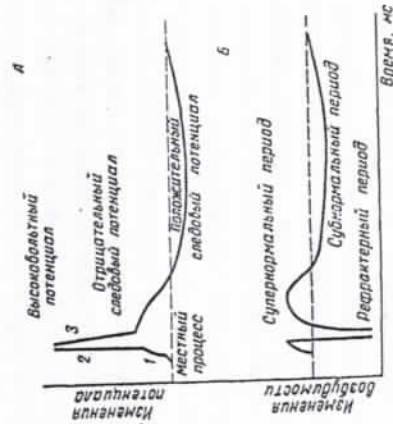


Рис. 3. Изменения возбудимости нервного волокна в различных фазах потенциала действия и следовые изменения мембранного потенциала (по Моргану).

Для наглядности длительность первых двух фаз на каждой кривой несколько увеличена. Пунктирной линией на рисунке обозначен мембранный потенциал, на рис. Б - исходный уровень возбудимости.

Изменение возбудимости в разные фазы потенциала действия. Возникновение в нервном или мышечном волокне потенциала действия сопровождается выраженными фазовыми изменениями возбудимости. Для их изучения на нерв или мышцу наносят два коротких, но сильных электрических раздражения, следующих друг за другом через определенные интервалы времени. Различают следующие фазы изменения возбудимости: 1) начальное повышение возбудимости; 2) рефрактерный период, который состоит из фаз абсолютной и относительной рефрактерности; 3) супернормальный период, или фаза экзальтации; 4) субнормальный период возбудимости (рис. 3).

Начальное повышение возбудимости совпадает по времени с первыми колебаниями мембранного потенциала и связано с увеличением проницаемости мембраны для всех ионов, но особенно для ионов натрия. Возникновение пика потенциала действия сопровождается резким снижением возбудимости ткани - абсолютной рефрактерности. Стадия абсолютной рефрактерности заканчивается по времени с восходящей частью спайка. В этот момент ткань не возбуждается даже при действии надпороговых раздражителей. Возникновение абсолютной невозбудимости ткани связано с тем, что дальнейшее повышение натриевой проницаемости в этот период времени невозможно. Проницаемость абсолютной рефрактерности в нервном волокне составляет $0,002$ с, в скелетной мышце тепловых - $0,004$ с. Относительный рефрактерный период совпадает с нисходящим коленом пика потенциала действия. Возбудимость в этот период постепенно восстанавливается и в ответ на надпороговые раздражители может вновь возникнуть потенциал действия. Указанное явление связано с восстановительными процессами на мембране и как следствие этого возможностью снижения натриевой проницаемости на надпороговый уровень. Длительность относительного рефрактерного периода в нервном волокне - $0,012$ с, в мышце - $0,03$ с.

Относительная рефрактерность сменяется фазой экзальтации (Г. Введенский), или супернормальной возбудимости. В этот период ткань отвечает возникновением возбуждения на раздражитель подпороговой (для исходного состояния) силы. Длительность фазы экзальтации в нервном волокне $0,02$ с, в мышце $0,05$ с. Период супернормальной возбудимости

соответствует отрицательному следовому потенциалу. Вслед за фазой экзальтации возникает стадия субнормальной возбудимости, совпадающая с положительным следовым потенциалом. Возбудимость в эту фазу незначительно снижена по сравнению с исходным ее уровнем.

3.2. Учение Н.Е.Введенского о функциональной подвижности (лабильности)

Лабильность, или функциональная подвижность, - одно из физиологических свойств живых тканей. Это свойство описано в 1892 г. Н.Е.Введенским, который установил, что скорость протекания процесса возбуждения в тканях различна. Как возбудимая ткань способна на раздражение отвечать той определенной численностью волн возбуждения. Так, нервное волокно способно воспроизводить до 1000 имп/с, поперечнополосатая мышца - 200-250 имп/с, миелиновое волокно 100-125 имп/с (данные Н.Е.Введенского для нервно-мышечного препарата лягушки).

Мерой лабильности, по Н.Е.Введенскому, является наибольшее количество волн возбуждения, которое возбудимая ткань может воспроизводить в 1 с, в точном соответствии с ритмом наносимых раздражений без явлений трансформации (перемены ритма). Лабильность - величина подвижная и может изменяться достаточно широкими пределами. Лабильность может быть изменена косвенным путем по величине хронаксии возбудимых тканей - короче хронаксия, тем выше лабильность. Определенная лабильность весьма важна в физиологии труда и спорта.

3.3. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕРВНЫХ ВОЛОКОН.

МЯКОТНЫЕ И БЕЗМЯКОТНЫЕ НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА

Нерв, или нервный ствол - сложное образование, состоящее из большого количества нервных волокон, заключенных в общую соединительнотканную оболочку. Нервные волокна - это отростки нервных клеток. В состав нерва входят длинные отростки нервных клеток (аксоны), которые несут возбуждение в центральную нервную систему или от нее на периферию. Нервы, как при-

деляются смешанными. В их состав входят двигательные и чувствительные волокна.

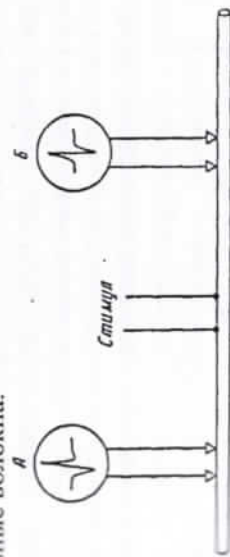


Рис. 4. Строение миелинового нервного волокна (схема). 1 - аксон; 2 - миелиновая оболочка; 3 - шванновская оболочка; 4 - перехват узла; 5 - аксоплазма.

Нервные волокна, как и все возбудимые структуры, обладают определенными физиологическими свойствами: возбудимостью, проводимостью, рефрактерностью, лабильностью. При сравнении нервных физиологических свойств нервной и мышечной ткани установлено, что возбудимость и лабильность нервного волокна выше, а рефрактерный период короче, чем в мышечной ткани. Это связано с более высоким уровнем обменных процессов в нерве.

Проведение возбуждения, или нервных импульсов, является специализированной функцией нервных волокон. Скорость проведения возбуждения в основном зависит от диаметра и физиологических особенностей строения нервных волокон. Чем больше диаметр нервного волокна, тем скорость распространения возбуждения в нем выше. Так, скорость распространения возбуждения по нервному волокну с диаметром 12-22 мкм составляет 70-120 м/с, а с диаметром 8-12 мкм - 40-70 м/с.

В зависимости от гистологического строения нервные волокна делятся на миелиновые (мякотные) и безмиелиновые (аксоновые).

Миелиновое волокно (рис. 5) состоит из осевого цилиндра и периферической его миелиновой и шванновской оболочек. Миелиновая оболочка состоит из жироподобных веществ, имеет большое удельное сопротивление и выполняет роль изолятора. Миелиновая оболочка через промежутки равной длины (перехваты узла) оставляет открытыми участки осевого цилиндра шириной около 1 мкм. Эти участки называются перехватами узла

(перехваты Ранвье). Длина межперехватных участков зависит диаметра волокна и колеблется в пределах от 0,2 до 1-2 мкм. Поверхность осевого цилиндра представлена плазматической мембраной, а его содержимое аксоплазмой.

Безмякотные нервные волокна не имеют миелиновой оболочки, они покрыты только леммоцитами (шванновскими клетками).

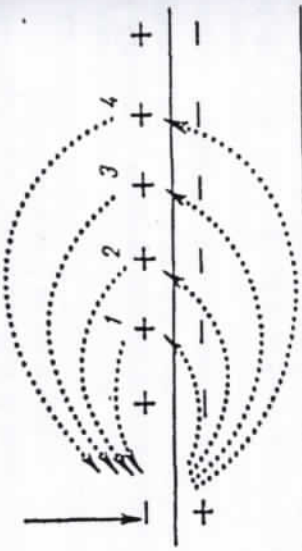


Рис. 5. Схема распространения возбуждения по нервному волокну за счет малых круговых токов. Вертикальной стрелкой обозначено место нанесения раздражения. Круговые стрелки показывают направление движения электрического тока внутри волокна и в окружающей его жидкости.

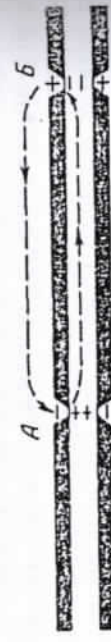


Рис. 6. Схема опыта для доказательства двустороннего проведения возбуждения по нерву (объяснение в тексте).

Между леммоцитами и осевым цилиндром имеется щель 15 нм (150 А), заполненная межклеточной жидкостью. В этом пространстве мембрана осевого цилиндра соприкасается с окружающей нервной волокно средой (межклеточной жидкостью).

Основоположением учения о проведении возбуждения по нервным волокнам является немецкий физиолог Герман (1885), который полагал, что возбуждение по нервным волокнам распространяется

от малых круговых токов, которые возникают внутри волокна и в окружающей его жидкости (рис. 5).

В настоящее время теория круговых токов Германа получила экспериментальное подтверждение в работах Холджина и других исследователей.

Между возбужденным и невозбужденным участками нервного волокна в аксоплазме и в окружающей жидкости ток распространяется от положительно заряженного участка к отрицательно заряженному. Это приводит к возникновению так называемых малых, или круговых, токов, которые, выходя из одного волокна, последовательно возбуждают его участки (1, 2 и т. д.). По мере удаления от очага возбуждения (участки 3 и 4) возникающее действие круговых токов ослабевает и они становятся способными вызвать возбуждение.

Из анатомических особенностей строения мякотных нервных волокон (наличие миелиновой оболочки, обладающей высоким сопротивлением), электрические токи могут входить в волокна различного типа и выходить из них только в области перехватов узла Ранвье (рис. 6). Между возбужденным перехватом узла (А) и невозбужденным (Б) возникает разность потенциалов, которая приводит к его деполяризации и возникновению нового действия. Далее за счет круговых токов возбуждаются следующие перехваты. Таким образом возбуждение в мякотных нервных волокнах передается скачкообразно (сальтаторно) от одного перехвата к другому. Сальтаторный способ передачи возбуждения экономичнее, чем распространение возбуждения по непрерывным нервным волокнам.

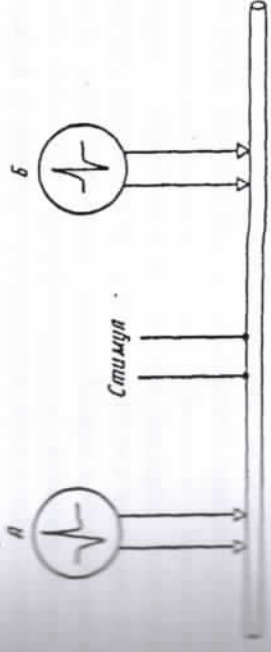


Рис. 6. Схема опыта для доказательства двустороннего проведения возбуждения по нерву (объяснение в тексте).

Возбуждение по микотным нервным волокнам происходит без затухания. Скорость распространения возбуждения по микотным нервным волокнам гораздо выше, чем по безмикотным. Так, скорость распространения возбуждения по двигательным нервным волокнам (микотные нервы) составляет 120 м/с, по волокнам, не покрытым миелиновой оболочкой - от 2 до 2 м/с.

При нанесении раздражения на нервное волокно происходит двустороннее распространение возбуждения (центростремительном и центробежном направлениях) по двустороннему проводению возбуждения по изолированному нервному волокну). Это доказывается следующим опытом: нервному - волокну прикладывают две пары электродов А и В, связанных с электроизмерительными приборами (рис. 1). Раздражение наносят между электродами А и Б с помощью раздражающих электродов (стимул). В результате двустороннего проведения возбуждения вдоль клеточной мембраны при регистрации проходят нервные импульсы как в электродом А, так и под электродом Б.

Двустороннее проведение возбуждения по нервному волокну впервые описано русским ученым Р.И.Бабухиным (1885) и Н.Е.Введенским (1886). Оно не противоречит одностороннему распространению нервных импульсов в целостном организме, которое объясняется местом возникновения нервных импульсов (рецептор или нервный центр), а также наличием специальных образований - синапсов. Возбуждение проводится только по одному нервному волокну, не распространяясь на соседние волокна, что обусловлено осуществлением строго координированной рефлекторной деятельности (закон изолированного проведения возбуждения по нервному волокну). Периферический нервный ствол состоит из большого количества нервных волокон. Так, в седалищном нерве входят тысячи нервных волокон: микотные, безмикотные, афферентные и эфферентные, соматические и вегетативные.

В случае изолированного проведения возбуждения по одному нервному волокну реакция. Изолированное проведение возбуждения в микотных нервных волокнах обеспечивается миелиновой оболочкой, в безмикотных - миелиновым сопротивлением окружающей нервное

волокно. Доказать наличие изолированного проведения возбуждения можно в эксперименте на препарате задней лапки лягушки, раздражая отдельные корешки седалищного нерва. Более подробное доказательство может быть получено при отведении тока от отдельных нервных волокон, входящих в состав нервного ствола.

Качественные изменения в нервных волокнах при возбуждении. Качественным признаком возбуждения, как уже отмечалось, является повышение обменных процессов. Возбуждение нерва сопровождается увеличением распада богатых энергией соединений соединений АТФ и креатинфосфата, а также усиленным образованием молочной кислоты. Кроме того, наблюдается усиление процессов распада и синтеза углеводов, жиров и липидов.

Утомление нервного волокна. Н.Е.Введенский в 1883 г. в опытах на нервно-мышечном препарате лягушки впервые установил, что нерв мало утомляется. Раздражая седалищный нерв постоянным током в течение 6-8 ч (о возбуждении нерва он писал по сокращению мышц), он обнаружил, что нерв длительно сохраняет способность возбуждаться. Данные экспериментов Н.Е.Введенского подтверждены современными исследованиями в опытах с изолированной биотоком нерва.

Малая утомляемость нервных волокон объясняется тем, что энергетические затраты в них при возбуждении незначительны, а в целостном организме малой утомляемостью нервных волокон обуславливается их работа с постоянной недогрузкой. Так, нервное волокно обладает высокой лабильностью и может воспроизводить до 2500 импульсов в 1 с, из нервных же волокон на периферию обычно проводится прерывисто не более 50-100 импульсов в 1 с). Таким образом, практическая утомляемость нервных волокон связана с низкими энергетическими затратами при возбуждении, с высокой лабильностью нервных волокон и постоянной работой их с малой нагрузкой.

3.4. ПОНЯТИЕ О СИНАПСАХ. ВИДЫ СИНАПСОВ И СТРОЕНИЕ

Синапс - специализированная структура, обеспечивающая передачу нервного импульса с нервного волокна на какую-либо клетку, а также с рецепторной клетки на нервное волокно.

В зависимости от локализации синапсы - синапсы между нервными клетками центральной нервной системы.

Периферические синапсы могут быть нервно-мышечными, нервно-эпителиальными. За счет нервно-эпителиальных синапсов осуществляется нервная регуляция деятельности железного аппарата. Нервно-мышечные синапсы представляют собой функциональную связь между аксоном мотонейрона и мышечными волокнами. На основании результатов электрофизиологических исследований в мионевральном синапсе различают три основные структуры: пресинаптическую мембрану, постесинаптическую мембрану и синаптическую щель (рис. 7).

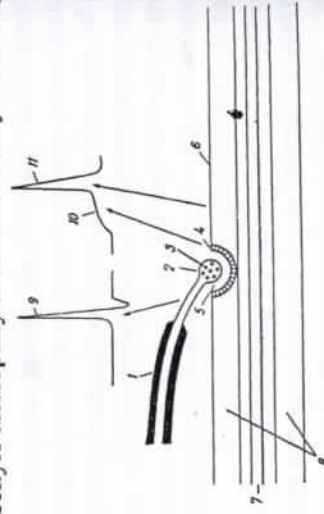


Рис. 7. Взаимоотношение между нервным волокном, нервным окончанием и скелетным мышечным волокном (схема).
1 - миелиновое нервное волокно; 2 - пресинаптическая мембрана; 3 - пузырьками медиатора; 4 - синаптическая щель; 5 - постесинаптическая мембрана мышечного волокна; 6 - вне-синаптическая щель; 7 - миофибриллы; 8 - саркоплазма; 9 - потенциал действия нервного волокна; 10 - потенциал действия мышечного волокна; 11 - потенциал действия мышечного волокна.

Медиатор разрушается холинэстеразой, в результате этого восстанавливается готовность синапса к проведению последующих нервных импульсов.

Таким образом, в основе передачи возбуждения через нервно-мышечный синапс лежат потенциал действия и сложные биохимические взаимодействия ацетилхолина с постсинаптической мембраной.

3.5. Основные физиологические свойства синапсов

Синапсы обладают следующими основными физиологическими свойствами: односторонностью проведения возбуждения (в отличие от двустороннего проведения возбуждения в нервном волокне) и синаптической задержкой.

Одностороннее проведение возбуждения в синапсе связано с морфологическими особенностями. Ацетилхолин выделяется в пресинаптической мембране, проникает через синаптическую щель и взаимодействует с холинорецепторами постсинаптической мембраны. Кроме того, синаптическая щель взаимодействует с нервно-мышечным синапсом на нервном волокне.

Синаптическая задержка обуславливается следующими факторами: временем, необходимым для освобождения и диффузии медиатора через синаптическую щель, временем взаимодействия ацетилхолина с холинорецепторами. В нервно-мышечном синапсе задержка равна примерно 0,2 - 0,5 мс.

Н.Е. Введенский показал, что ответная реакция мышцы при изменении силы или частоты раздражителя не может существенно возрастать. На классическом объекте - нервно-мышечном препарате лягушки - было установлено, что при частоте частоты раздражителя от 10 до 50 имп/с наблюдается увеличение амплитуды мышечного сокращения. Максимальная частота реакции обнаруживалась при частоте 40 - 50 имп/с. Дальнейшее увеличение частоты раздражения приводило к снижению амплитуды мышечного сокращения или к отсутствию реакции мышцы. Уменьшение частоты раздражителя приводило к восстановлению амплитуды мышечного сокращения.

Таким образом, Н.Е. Введенским было открыто и изучено явление, называемое в физиологии, которое

свидетельствовало о том, что отсутствие ответной реакции мышц на раздражение не связано с наступлением утомления в Аналогичная закономерность была установлена Н.Е.Введенским при увеличении силы наносимого раздражения на двигательный нерв нервно-мышечного препарата лягушки. Изменение реакции мышц в зависимости от силы и частоты раздражения позвоило Н.Е.Введенскому дать определение оптимума и пессимума.

Оптимум (наилучший) - такая сила и частота раздражения, которая обуславливает максимальную амплитуду мышечного сокращения.

Пессимизм (наихудший) - такая чрезмерная (большая) степень раздразнителя, которая вызывает резкое уменьшение амплитуды мышечного сокращения или даже отсутствие реакции мышцы.

Снижение ответной реакции мышцы или ее отсутствие в пессимальном раздражении Н.Е.Введенский связывал понижением лабильности ткани. В результате снижения лабильности падает возбудимость, замедляется скорость проведения возбуждения, удлиняется рефрактерный период. В итоге снижение лабильности приводит к блоку проведения возбуждения. Пессимальная реакция развивается в синapse наиболее низколабильном образовании.

3.6. УЧЕНИЕ Н. Е. ВВЕДЕНСКОГО О ПАРАБИОЗЕ

Понятие парабоз (para - около, bios - жизнь) в физиологии нервной системы было введено Н.Е.Введенским. В 1901 г. в монография Н.Е.Введенского «Возбуждение, торможение и наркоз», в которой он на основе своих исследований высказывает предположение о единстве процессов возбуждения и торможения

Н.Е.Введенский обнаружил, что возбуждаемые ткани на разнообразных (эфир, кокаин, постоянный ток и т.д.) чрезвычайно сильные воздействия отвечают своеобразной универсальной фазной реакцией, одинаковой во всех случаях, которую он и парабриозом.

Сущность парабизоза состоит в том, что под влиянием сильных раздражителей в возбуждаемых тканях наблюдаются обратные изменения их возбудимости и проводимости.

Классические опыты Н.Е.Введенского по изучению пар-

были выполнены на нервно-мышечном препарате лягушки. Нерв на определенном участке повреждался (альтерация) химическими веществами (кокаин, хлороформ, фенол, хлорид калия), сильными электрическим током, механическим фактором. Затем наносили сокращение электрическим током на альтерированный участок нерва, или же выше него. Таким образом, импульсы должны были проходить или в альтерированном отрезке нерва, или проходить выше него на своем пути к мышце. Сокращение мышцы можно было наблюдать о проведении возбуждения по нерву. Схема опыта Н.Е. Введенского представлена на рис. 8.

Парабиоз имеет три стадии: уравнительную, парадоксальную и парализующую. В первую стадию парабиоза наблюдается одинаковая активная реакция со стороны мышц на сильные и слабые раздражения нерва. В парадоксальную стадию на слабый раздражитель возникает большее по амплитуде сокращение мышц, чем на сильный раздражитель (рис. 9)

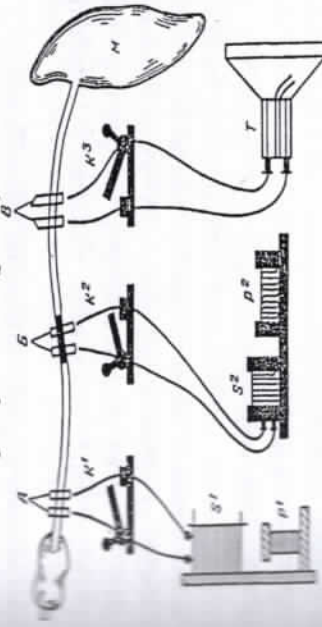


Рис. 4. Схемы опыта Н. Е. Введенского по изучению парабииоза. электроды для раздражения нормального (неповрежденного) участка нерва; Б - электроды для раздражения парабииотического участка нерва; В - отводящие электроды; К - телефон; К¹, К², К³ - телеграфные ключи; S¹, S² и P¹, P² - первичные и вторичные обмотки индукционных катушек; М - мышца.

Наконец, в тормозную стадию парабоза возбудимость и активность в парабитическом участке снижается до такой степени, что он теряет способность проводить к мышце и редкие (абсолютно) волны возбуждения. В этот период развития

парабиотического процесса не наблюдается сокращения мышц ответ на действие - слабого раздражителя.

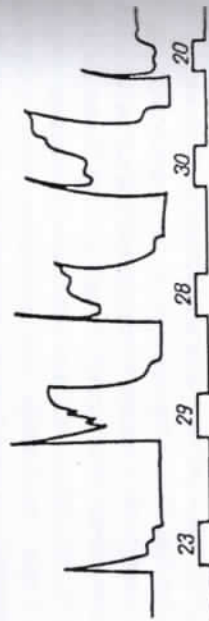


Рис. 9. Парадоксальная стадия парализа. Нервно-мышечный препарат лягушки при развивающемся парализе через 43 мин после смазывания участка нерва кокаином. Сильные раздражения (при расстоянии между катушками 23 и 20 см вызывают быстро проходящие сокращения, тогда как слабые раздражения (28, 29 и 30 см) продолжают вызывать длительные тетанусы (по Н.Е.Введенскому).

Парабиоз - явление обратимое. При устранении причин вызвавшей парабоз, физиологические свойства нервного волокна восстанавливаются. При этом наблюдается обратное развитие парабоза - тормозная, парадоксальная, уравнительная.

Наличие отрицательно заряженного альтерированного участка нерва позволило Н.Е.Введенскому рассматривать парабоз как особый вид возбуждения, локализованного в месте возникновения и не способного распространяться.

3.7. Понятие о двигательном аппарате

Приспособление организма человека и животных к постоянно меняющимся условиям внешней среды осуществляется за счет сложнейших рефлекторных реакций, важное место среди которых занимают двигательные процессы. Перемещение в пространстве, нахождение пищи, трудовая деятельность, защита от врагов, продолжение рода невозможны без мышечной работы. Осуществление ряда вегетативных функций (таких, как пищеварение, дыхание, кровообращение и т. д., всегда принимая участие мышцы.

Роль двигательной активности описал И.М.Сеченов в работе «Рефлексы головного мозга»: «Все бесконечное

образование внешних проявлений мозговой деятельности сводится исключительно к одному лишь явлению - мышечному движению».

Двигательные функции выполняются специальной системой органов и органов, получившей название двигательного аппарата.

Двигательный аппарат состоит из сочлененных костей скелета и мышечной системы поперечно-полосатых мышц, приводящих в движение костные рычаги функциональной точки зрения к двигательному аппарату должны быть отнесены мотонейроны и их аксоны, проводящие нервные импульсы к мышечным волокнам. Аксоны двигательного аппарата являются и нервно-мышечными соединениями.

Нервно-мышечная часть двигательного аппарата получила название нервно-мышечной системы организма.

Нейромоторная единица. Анатомической и функциональной единицей скелетных мышц является нейромоторная единица. Под нейромоторной единицей следует понимать двигательный нейрон и принадлежащую ему группу мышечных волокон (рис. 10).

В состав нейромоторной единицы может входить различное количество мышечных волокон, что зависит от специализации мышцы. Чем тоньше работа, тем меньшее количество мышечных волокон включено в нейромоторную единицу. Так, в составе нейромоторных единиц мышц глазного яблока обнаруживают 3 - 4 волокна, в мышцах же спины - несколько тысяч мышечных волокон. Двигательная единица работает как единое целое, поэтому посылаемые мотонейроном, приводят в действие все мышечные волокна.

У позвоночных и человека существует три вида мышц: поперечнополосатые мышцы скелета, поперечнополосатая мышца сердца и гладкие мышцы внутренних органов, сосудов, кожи.

Основная функция скелетных мышц - сократительная лежит в основе бесконечно разнообразной двигательной деятельности организма. За счет сократительной функции осуществляется перемещение тела в пространстве и поддержание определенной его позы.

Сократительные мышцы являются своеобразным органом чувств. В мышцах и сухожилиях расположены многочисленные рецепторы (проприорецепторы мышц, сухожильные рефлексоры мышц), которые реагируют на растяжение и сокращение мышц. Кроме того, в мышцах обнаружены хеморе-

терморецепторы.

За счет сокращения mimических мышц проявляются те или иные эмоциональные состояния человека. Мышцы являются воды и солей и, следовательно, участвуют в регуляции водно-солевого обмена в организме.

При сокращении мышц часть энергии АТФ переходит в тепловую энергию, тем самым мышцы участвуют в терморегуляции. Наряду с клетками печени процессы синтеза гликогена. В мышечной ткани осуществляются процессы синтеза ресинтеза гликогена, АТФ, креатин-фосфата. Наконец, мышечные клетки являются депо кислорода за счет миоглобина, который находится в мышечных клетках. Кислород миоглобина используется в интенсивной физической нагрузке.

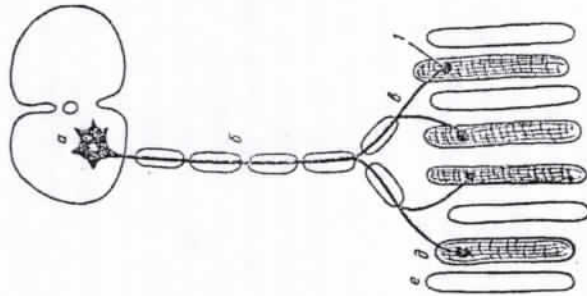


Рис. 10. Схема строения нейро-моторной единицы. а - двигательная нервная клетка; б - двигательное нервно-мышечное волокно; в - его разветвление; г - нервно-мышечное окончание; д - мышечные волокна, иннервируемые данной нервной клеткой; е - мышечные клетки, иннервируемые другими нервными клетками.

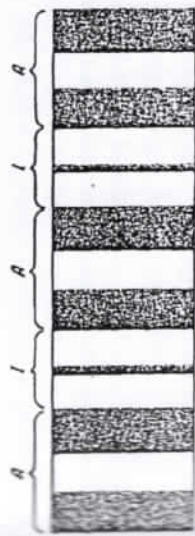


Рис. 11. Схема строения миофибриллы (объяснение в тексте)

Клетчатые мышцы состоят из большого количества мышечных волокон. Волокно поперечнополосатой мышцы имеет вытянутую форму, диаметр его от 10 до 100 мкм, длина волокна от нескольких миллиметров до 10 - 12 см. Мышечная клетка окружена тонкой мембраной - сарколеммой, содержит саркоплазму (цитоплазму) и многочисленные ядра. От электрогенной мембраны отходят элементы проводящей системы мышечного волокна. Сократительной частью мышечного волокна являются тонкие мышечные нити - миофибриллы, проходящие внутри волокна от одного конца до другого, имеющие поперечную ориентацию. Миофибриллы имеют диаметр около 1 - 1,7 мкм, их отделены друг от друга тонким слоем протоплазмы.

Под световым микроскопом миофибриллы представляют собой образования, состоящие из правильно чередующихся между собой светлых дисков А и светлых дисков (рис. 11). Диски А - электрогенные, обладают двойным лучепреломлением и состоят из двух сократительных белков - актина и миозина. Диски I - сократительные, не обладают двойным лучепреломлением, в них присутствуют только нити актина. В средней части саркомера расположены диски А, по периферии - диски I.

Деятельность поперечнополосатой мускулатуры регулируется нервной системой и ее ведущим отделом - корой головного мозга. Мышца снабжена чувствительными, двигательными и симпатическими нервными волокнами. Через двигательные окончания мышцам передаются импульсы от двигательных окончаний спинного мозга или клеток коры большого мозга. В мышцах присутствуют также нервные окончания, связанные с проприорецепторами, рецепторами в мышцах, сухожилиях, суставах, связках. Через нервные волокна центральная нервная система

регулирует процессы обмена веществ в мышце и влияет на ее функциональное состояние.

В период относительного покоя скелетные мышцы постепенно расслабляются и сохраняют умеренную степень напряжения, которую называют мышечным тонусом.

Причиной мышечного тонуса являются поступающие к мотонейронам нервные импульсы от мотонейронов передних рогов спинного мозга, которые попеременно возбуждают различные нейромоторные единицы. Ритмическая активность мотонейронов поддерживается за счет расположенных выше нервных центров, также нервных импульсов, поступающих от проприорецепторов мышц.

Основные физиологические свойства скелетных мышц. Мышечная ткань, как и все возбудимые ткани, обладает следующими физиологическими свойствами: возбудимостью, проводимостью, рефрактерностью, лабильностью. Специфическим свойством мышечной ткани является сократимость.

Возбудимость мышечной ткани ниже, чем возбудимость нервной. Возбуждение, возникшее в каком-либо участке мышечного волокна, распространяется вдоль него. Скорость распространения возбуждения в мышечной ткани также ниже.

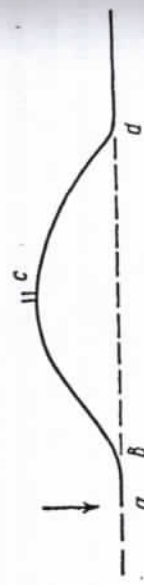


Рис. 12. Кривая одиночного мышечного сокращения икроножной мышцы лягушки.
a - момент нанесения раздражения; b - начало сокращения; c - фаза сокращения; d - фаза расслабления.

Так, скорость распространения мышцы, что свидетельствует о развитии утомления в нервно-мышечном препарате (см. рис. 13).

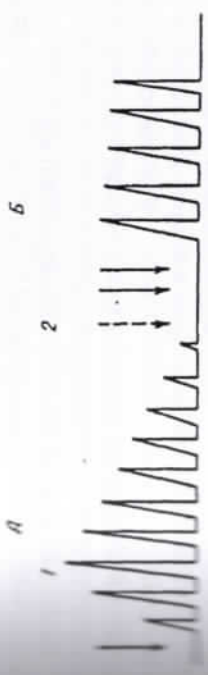


Рис. 13. Миограммы утомления.
А - раздражение нерва: 1 - при длительном раздражении нерва - частоты; 2 - при уменьшении силы (частоты) раздражения нерва - амплитуды сокращений мышцы; Б - непосредственное раздражение мышцы.

Для того чтобы ответить на вопрос, в какой структуре нервно-мышечного аппарата в первую очередь развивается утомление, можно прямое раздражение мышцы стимулами исходной силы и частоты. В этом случае наблюдается восстановление сократительной реакции мышцы. Логично предположить, что утомление произошло либо в нерве, либо в нервно-мышечном аппарате. Н. П. Введенским установлено, что нерв практически не утомляется. Следовательно, утомление в первую очередь происходит в области нервно-мышечного синапса, что связывают с наличием запасов медиатора в окончании нервного волокна. Если того, если сравнить лабильность различных образований нервно-мышечного аппарата лягушки, то окажется, что лабильность подвижности нервно-мышечного синапса самая высокая (рис. 14). В связи с этим в синапсе быстрее наступает утомление как в структуре с более низкой лабильностью.

Относительные физиологии И.М.Сеченов, И.П.Павлов, А.Угловский, Л.А.Орбели подходили к проблеме утомления с точки зрения организма с позиций ведущей роли центральной нервной системы.



Рис. 14. Схема нервно-мышечного аппарата лягушки с указанием лабильности его структур (имп/с). 1 - седельный синапс; 2 - нервно-мышечный синапс; 3 - икроножная мышца.

Глава 4.

Раздел: «Центральная нервная система»

План:

1. Структура центральной нервной системы и общие принципы ее функционирования
2. Структура и функция нейронов
3. Классификация нейронов
4. Понятия о нервных центрах
5. Физиологические свойства нервных центров
6. Рефлекторный тонус нервных центров
7. Торможение в центральной нервной системе
8. Принципы координации в деятельности центральной нервной системы
9. Принципы конвергенции
10. Принципы иррадиации
11. Принципы реципрокности
12. Принцип общего конечного пути
13. Принцип обратной связи
14. Принципы доминанты
15. Спинной мозг и его рефлекторные и проводниковые функции
16. Продолговатый мозг
17. Средний мозг
18. Тонические рефлексы ствола мозга
19. Промежуточный мозг
20. Гипоталамус
21. Базальные ядра
22. Мозжечок
23. Вегетативная нервная система
24. Кора головного мозга. Локализация функций
25. Лимбическая система
26. Электроэнцефалография

4.1. СТРУКТУРА ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ЕЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Центральная нервная система включает головной и спинной мозг, выполняющие в организме человека и животных сложные функции.

Функции центральной нервной системы. 1. Центральная нервная система обеспечивает взаимосвязь отдельных органов и систем, координирует и объединяет их функции. Благодаря этому организм работает как единое целое. Точность контроля за работой отдельных органов достигается существованием двусторонней связи между центральной нервной системой и периферическими органами.

Центральная нервная система осуществляет связь организма с окружающей средой, обеспечивает индивидуальное приспособление к среде - поведение человека и животных.

Головной мозг является органом психической деятельности. Регулируя поступление нервных импульсов в клетки коры головного мозга, вызывают ощущения и на их основе проявляются интеллектуальные качества высоко организованной материи - сознания, познания и мышления.



Центральная нервная система состоит из серого и белого вещества. Серое вещество представляет собой скопление нервных клеток. Серое вещество состоит из их отростков. Кроме нервных клеток, в центральной нервной системе имеется нейроглия. Она со всех сторон окружает нейроны.

1. Структура и функция нейронов (нервные клетки). В головном мозге различают тело и отростки - аксон и дендриты.

Аксон - длинный отросток - приводит возбуждение от тела клетки к другим нейронам или к периферическим органам. Дендриты - короткие, сильно ветвящиеся отростки - осуществляют связь между отдельными нервными клетками.

Тело нервной клетки к ее отросткам покрыто мембраной, которая пронизана в состоянии покоя, главным образом

для ионов калия, а при возбуждении - преимущественно для ионов натрия. В условиях покоя мембранный потенциал разных нервных клеток обычно равен 50. - 70 мВ. При возбуждении потенциал действия составляет 80-110 мВ.

Внутри нейрона находится желеобразное вещество - **нейроплазма**. Тела нервных клеток выполняют трофическую функцию по отношению к отросткам, то есть регулируют их жизнедеятельность.

Нервная клетка возбуждается нервными импульсами, поступающими с периферии от рецепторов центростремительным нервным путем или от других нервных клеток. Нервные клетки могут активироваться также под влиянием гуморальных воздействий. Примером являются клетки хвостального центра, которые возбуждаются углекислым газом.

Классификация нейронов. В зависимости от выполняемых функций нейроны делятся на три основных группы: 1) воспринимательные, чувствительные, или рецепторные; 2) исполнительные, или эффекторные; 3) контактные, промежуточные (вставочные).

Воспринимательные нейроны несут нервные импульсы в центральную нервную систему к рефлекторному центру. Среди этих нервных клеток называют афферентными, центроостремительными, волокнами. Эффекторные - двигательные или секреторные нейроны - передают нервные импульсы в центральную нервную систему по эфферентным или центробежным волокнам к различным органам, изменяя их деятельность. Контактные нейроны осуществляют связь между различными нейронами.

Многие клетки в центральной нервной системе обладают автоматией. В этих клетках могут возникать нервные импульсы даже в отсутствие внешних раздражений под влиянием процесса обмена веществ (например, нейроны дыхательного центра).

Синапсы. В центральной нервной системе нервные клетки связаны друг с другом посредством синапсов. Синапс - место контакта двух нейронов.

Одно нервное волокно может образовывать до 10 000 синапсов с другими нервными клетками.

Синапсы центральных нейронов, так же как и периферических, состоят из нервного окончания (терминали), помещенного вблизи от другого нервного окончания.

мембраной, синаптической щели и синаптической мембраны, находящейся на теле или дендритах нейрона, который передаются нервные импульсы.

В нервных окончаниях вырабатываются и накапливаются биологически активные вещества, участвующие в передаче нервных импульсов через синапс. Эти вещества получили название медиаторов.

В центральной нервной системе различают возбуждающие и тормозящие синапсы.

В возбуждающих синапсах под влиянием нервных импульсов высвобождается возбуждающий медиатор (ацетилхолин, глутамат, серотонин), который через синаптическую щель поступает к постсинаптической мембране и вызывает ее деполяризацию. Когда деполяризация достигает критического уровня, возникает потенциал действия.

В тормозящих синапсах выделяются особые тормозные медиаторы (ГАМК - гамма-аминомасляная кислота и др.). Они вызывают проницаемость постсинаптической мембраны по отношению к ионам калия или хлора. В результате повышается мембранный потенциал - явление гиперполяризации, что препятствует дальнейшему распространению возбуждения. Рефлекторная дуга состоит из двух нейронов - воспринимающего и эффекторного, между которыми имеется один синапс. Схема такой двухнейронной рефлекторной дуги приведена на рис. 12.

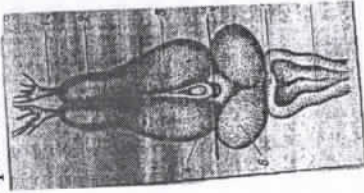
Примером простой рефлекторной дуги являются рефлекторные дуги сухожильных рефлексов, например, рефлекторная дуга сухожильного рефлекса.

Рефлекторные дуги большинства рефлексов включают не два, а несколько нейронов. Количество нейронов рецепторный, один или несколько эффекторный. Такие рефлекторные дуги называются полинейронными, многонейронными. Схема сложной (трехнейронной) рефлекторной дуги приведена на рис. 13.

В настоящее время установлено, что во время ответной реакции на раздражение возбуждаются многочисленные нервные окончания, расположенные в рабочем органе. Нервные импульсы теперь уже от многих нервных окончаний поступают в центральную нервную систему и вызывают ответную реакцию.

в афферентных путях, а в нервном центре.

Рефлекторный тонус нервных центров. В состоянии носительного покоя, без нанесения дополнительных раздражителей из нервных центров на периферию к соответствующим органам поступают раздражения нервных импульсов.



Головной мозг лягушки и линии разреза его в опыте И.М.Сеченова.

1 – обонятельный нерв; 2 – обонятельная доля; 3 – большая полушария; 4 – зрительный бугор; 5 – линия разреза головного мозга; 6 – двухолмие; 7 – мозжечок; 8 – продолговатый мозг.

В покое частота раздражений и количество одновременно работающих нейронов очень небольшие. Редкие и непрерывно поступающие из нервных центров, обуславливающие умеренное напряжение скелетных мышц, гладких кишечника и сосудов. Такое постоянное возбуждение нервных центров носит название тонуса нервных центров. Поддерживается афферентными импульсами, поступающими от рецепторов (особенно проприорецепторы различными гуморальными влияниями (гормоны, CO_2 и др.).

4.2. ТОРМОЖЕНИЕ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ

Торможение (как и возбуждение) – активный процесс. Торможение возникает в результате сложных физико-химических изменений в тканях, но внешне этот процесс проявляется ослаблением функции какого-либо органа.

В 1862 были проведены классические

экспериментом русской физиологии И.М.Сеченовым, в результате которого было установлено, что в центральной нервной системе наряду с процессом возбуждения происходит и процесс торможения.

Результаты этого опыта позволили И.М.Сеченову заключить, что в центральной нервной системе наряду с процессом возбуждения происходит и процесс торможения.

Процесс торможения. Торможение наряду с возбуждением принимает активное участие в приспособлении организма к окружающей среде. Торможение играет важную роль в формировании условных рефлексов: освобождает центральную нервную систему от переработки менее существенной информации; способствует координации рефлекторных реакций, в частности, торможению на другие нервные структуры, предотвращая повторение их нормального функционирования, то есть торможение способствует ограничительную функцию, защищая нервные центры от перенапряжения.

4.3. ПРИНЦИПЫ КООРДИНАЦИИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Согласованное проявление отдельных рефлексов, обеспечивающих выполнение целостных рабочих актов, носит название координации.

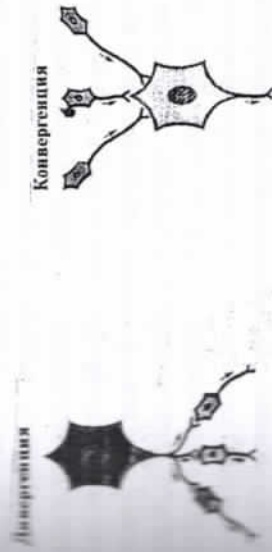


Рис. 16. Схема дивергенции и конвергенции афферентных путей

Явление координации играет важную роль в деятельности двигательного аппарата. Координация таких двигательных процессов, как ходьба или бег, обеспечивается взаимосвязанной работой нервных центров.

За счет координированной работы нервных центров осуществляется совершенное приспособление организма к условиям существования. Это происходит не только за счет деятельности двигательного аппарата, но и за счет изменений вегетативных функций организма (процессов кровообращения, пищеварения, обмена веществ и т.д.)

Установлен ряд общих закономерностей — **принципы координации**: 1. принцип конвергенции; 2. принцип иррадиации; 3. принцип реципрокности; 4. принцип возбуждения; 5. феномен «отдачи»; 6. цепные и ритмические последовательные смены возбуждения торможением и торможением; 7. принцип общего конечного пути; 8. принцип обратной связи; 9. принцип доминанты.

Принцип конвергенции. Этот принцип установлен английским физиологом Шеррингтоном. Импульсы, приходящие в центральную нервную систему по различным афферентным волокнам, могут сходитьсь (конвергировать) к одним и тем же вставочным и эффекторным нейронам. Конвергенция нервных импульсов объясняется тем, что афферентных нейронов несколько раз больше, чем эффекторных. Поэтому афферентные нейроны образуют на телах и дендритах эффекторных вставочных нейронов многочисленные синапсы.

Принцип иррадиации. Импульсы, поступающие в центральную нервную систему при сильном и длительном раздражении рецепторов, вызывают возбуждение не только рецепторного центра, но и других нервных центров распространение возбуждения в центральной нервной системе получило название иррадиации. Процесс иррадиации объясняется наличием в центральной нервной системе многочисленных ветвлений аксонов и особенно дендритов нервных клеток вставочных нейронов, которые объединяют друг с другом различные нервные центры.

Принцип реципрокности (сопряженности). Это явление изучено И.М.Сеченовым, Н.Е.Введенским, Шеррингтоном. Оно заключается в том, что при возбуждении одних

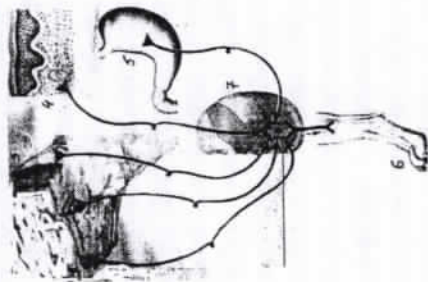
нервных центров деятельность других может затормаживаться. Принцип реципрокности был показан по отношению к нервным центрам двигательного аппарата мышц сгибателей и разгибателей конечностей. У лягушки отчетливо он проявляется у животных с удаленным спинным мозгом и сохраненным спинным (спинальное животное). При раздражении у спинального животного (кошка) кожу на предплечье, отмечается сгибательный рефлекс данной конечности; при раздражении другой стороны в это время наблюдается рефлекс разгибания. Описанные явления связаны с тем, что при сгибании центра сгибания одной конечности происходит торможение центра разгибания этой же конечности. В симметричной стороне имеются обратные взаимоотношения: при сгибании центра разгибателей и заторможен центр сгибателей. Это при такой взаимосочетанной (реципрокной) иннервации называется ходьба.

Реципрокные взаимоотношения центров головного мозга человека позволяют человеку овладеть сложными трудовыми движениями и не менее сложными специальными движениями, развиваемыми при плавании, акробатических упражнениях и т.д.

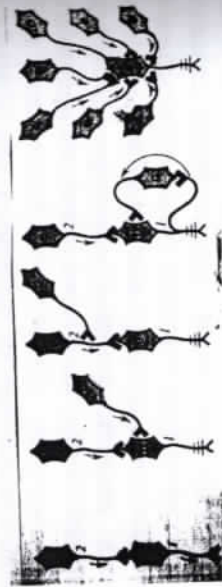
Принцип общего конечного пути. Этот принцип связан с тем, что строение центральной нервной системы. Эта особенность, как уже указывалось, состоит в том, что афферентных путей в несколько раз больше, чем эффекторных, в результате чего афферентные импульсы сходятся к общим эффекторным путям. Количественные соотношения между афферентными и эффекторными путями можно представить в виде воронки: большое количество афферентных импульсов поступает в центральную нервную систему через рецепторы (афферентные нейроны) и вытекает из нее через несколько путей (эффекторные нейроны). Общими путями могут быть как конечные эффекторные нейроны, но и вставочные.

Принцип обратной связи. Этот принцип изучен английским физиологом, П.К.Анохиным и рядом других исследователей. При рефлекторном сокращении скелетных мышц происходит проприорецепторы. От проприорецепторов нервные импульсы поступают в центральную нервную систему. Этим обеспечивается точность совершаемых движений. Подобные афферентные импульсы, возникающие в организме в результате деятельности органов и тканей (эффекторов),

получили название вторичных афферентных импульсов «обратной связи».



Принцип общего конечного пути или «Шеррингтонский принцип». 1 – обоняние; 2-глаза; 3-уши; 4-кожа; 5-желудок; 6-ноги; 7-спинной мозг



Типы торможения в центральной нервной системе: 1-нейрона на нейрон; 2-торможение; 3-пресинаптическое торможение; 4-антисиндромное торможение; 5-пессимистическое торможение или феномен торможения по Н.Е.Введенскому

Обратные связи могут быть положительными и отрицательными. Положительные обратные связи способствуют усилению рефлекторных реакций, отрицательные – их угнетению.

Принцип доминанты был сформулирован А.А.Ухтомским. Принцип играет важную роль в согласованной работе центров. Доминанта – временно господствующий очаг возбуждения в центральной нервной системе, определяющий характер реакции организма на внешние и внутренние раздражения.

Доминантный очаг возбуждения характеризуется следующими свойствами: 1) повышенной возбудимостью; 2) устойчивостью к возбуждению; 3) способностью к суммированию возбуждений; 4) инерцией – доминанты в виде следов возбуждения долго сохраняются и после прекращения вызвавшего ее раздражения.

Доминантный очаг возбуждения способен притягивать к себе нервные импульсы от других нервных центров; возбужденных в данный момент. За счет этих импульсов доминанты еще больше увеличивается, а деятельность других нервов центров подавляется.

Доминанты могут быть экзогенного и эндогенного происхождения. Экзогенная доминанта возникает под влиянием раздражающей среды. Например, при чтении интересной книги человек может не слышать звучащую в это время по радио музыку.

Экзогенная доминанта возникает под влиянием факторов внешней среды организма, главным образом гормонов и других веществ. Например, при понижении уровня питательных веществ в крови, особенно глюкозы, возникает возбуждение пищевого центра, что является одной из форм пищевой установки организма животных и человека.

Доминанта может быть инертной (стойкой), и для ее устранения необходимо возникновение нового более мощного возбуждения.

Доминанта лежит в основе координационной деятельности организма, обеспечивая поведение человека и животных в окружающей среде, эмоциональных состояний, реакций внимания. Торможение условных рефлексов и их торможение также связано с деятельностью доминантного очага возбуждения.

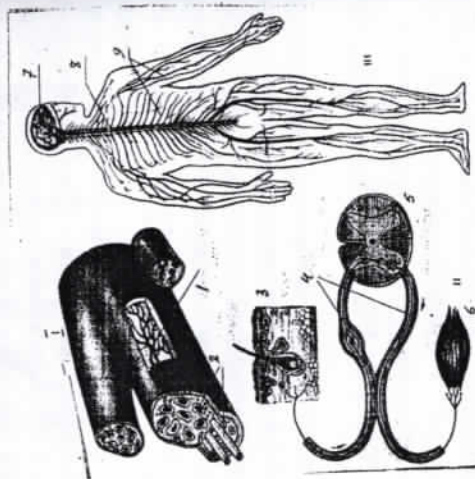
4.4 ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Спинной мозг

Основными строения спинного мозга. Спинной мозг – это наиболее древний и примитивный отдел центральной нервной системы. В центральной части спинного мозга находится вещество. Оно состоит преимущественно из нервных клеток (нейронов) и нервных волокон. В спинном мозге выделяют передние, задние, боковые рога. В

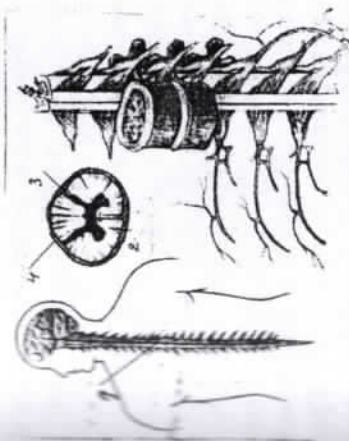
прилежащих спинальных ганглиях располагаются афферентные нервные клетки. Длинный отросток афферентной клетки находится на периферии и образует воспринимающее окончание (рецептор), короткий заканчивается у клеток задних рогов. В передних рогах расположены эффекторные клетки (мотонейроны), аксоны которых иннервируют скелетные мышцы; в боковых рогах - клетки вегетативной нервной системы. В сером веществе много численные ветвочные нейроны. Среди них образуются тормозные нейроны - клетки Реншоу, названные в честь имени автора, который впервые их описал. Вокруг серого вещества располагается белое вещество спинного мозга. Оно образовано нервными волокнами восходящих и нисходящих соединяющих различные участки спинного мозга друг с другом, также спинной мозг с головным (рис. 18).

Функции спинномозговых корешков. Связь спинного мозга с периферией осуществляется посредством нервных волокон, проходящих в спинномозговых корешках; по ним к спинному мозгу поступают афферентные импульсы и проходят от спинного мозга к периферии эфферентные импульсы. По обеим сторонам спинного мозга располагается 31 пара передних и задних корешков.

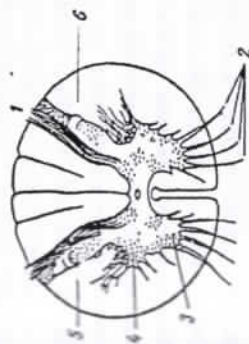


Строение нерва (I), рефлекторной дуги (II) и общей периферической нервной системы человека (III)

1-кровеносные сосуды; 2-первичные волокна



Строение спинного мозга. 1-спинной мозг, 2-белое вещество, 3-серое вещество, 4-оболочочное вещество



18. Поперечный разрез спинного мозга. 1-задние корешки; 2-передние корешки; 3-передний рог; 4-боковой рог; 5-задний рог; 6-белое вещество.

Функции спинномозговых корешков были выяснены при исследовании перерезки и раздражения.

Исследования шотландский анатом и физиолог Белл и другие исследователи установили, что при перерезке передней перерезке передних корешков спинного мозга возникает паралич конечностей этой же стороны, что свидетельствует о сохранении этой же стороны. Перерезка задних корешков приводит к утрате чувствительности, двигательная функция при этом сохраняется.

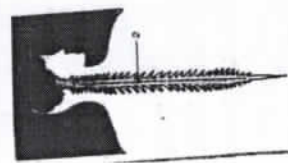
Таким образом, было показано, что афферентные импульсы поступают в спинной мозг через задние корешки (чувствительные), эфферентные импульсы выходят через передние корешки (двигательные).

Функции и центры спинного мозга

Спинной мозг выполняет две функции: рефлекторную и проводниковую.

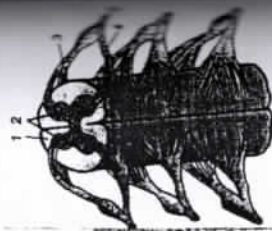
Рефлекторная функция спинного мозга. В спинной мозг поступают афферентные импульсы от рецепторов proprioreцепторов двигательного аппарата, интерорецепторов кровеносных сосудов, пищеварительного тракта, выделительных половых органов. Эфферентные импульсы от спинного мозга поступают к скелетным мышцам (за исключением мышц лица), в том числе к дыхательным - межреберным и диафрагме. Кроме того, от спинного мозга по вегетативным нервным волокнам импульсы поступают ко всем внутренним органам, кровеносным сосудам, потовым железам и т. д.

Мотонейроны спинного мозга возбуждаются афферентными импульсами, поступающими к ним от рецепторов организма. Однако уровень активности мотонейронов зависит не только от центростремительных импульсов, но и от сложных внутрицентральных взаимоотношений. Большая роль в регуляции деятельности мотонейронов принадлежит влияниям головного мозга (коры больших полушарий, ретикулярной формации ствола мозга, мозжечка и др.), а также внутриспинальным воздействиям многочисленных вставочных нейронов.



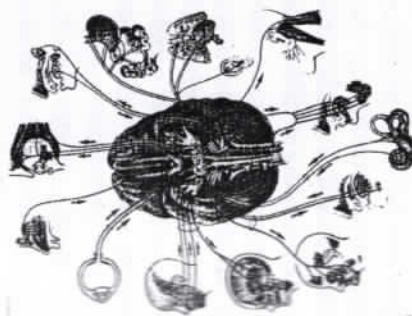
Общий вид центральной нервной системы

- 1-головной мозг
- 2-спинной мозг



Поперечный разрез спинного мозга

- 1-белое вещество;
- 2-серое вещество
- 3-сенсорный нейрон
- 4-двигательный нейрон
- 5-смешанные нервные волокна



12 пар черепномозговые нервы



Рис. 19. Схема иннервации отдельных участков поверхности тела человека соответствующими сегментами спинного мозга.

Ш - шейный отдел спинного мозга, Г - грудной отдел, Я - поясничный отдел.

Цифры, находящиеся рядом с указанными буквами, указывают на уровне каких позвонков находится соответствующий отрезок спинного мозга.

Спинной мозг выполняет особую роль в регуляции деятельности мотонейронов. Мотонейроны образуют на мотонейронах тормозные клетки. При возбуждении клеток Реншоу активность тормозных клеток повышается, что предупреждает

перевозбуждение и контролирует их работу. Деятельность мотонейронов спинного мозга контролируется также импульсами, идущих от проприорецепторов мышц (обратная афферентация).

Спинальные рефлексы, то есть рефлексы, присущие спинному мозгу, можно изучать в чистом виде только в отделе спинного мозга от головного (спинальное животное). Первым следствием поперечной перерезки между продолговатым и спинным мозгом является спинальный шок, который длится от нескольких минут до нескольких недель в зависимости уровня развития центральной нервной системы. Спинальный шок проявляется резким падением возбудимости и угнетением рефлекторных функций всех нервных центров, расположенных ниже места перерезки. В возникновении спинального шока большое значение имеет устранение нервных импульсов, поступающих к спинному мозгу из вышележащих отделов центральной нервной системы, в том числе от ретикулярной формации ствола мозга.

По прекращении спинального шока постепенно восстанавливаются рефлекторная деятельность скелетных мышц, величина артериального давления, рефлексы мочеиспускания и ряд половых рефлексов. У спинального животного восстанавливаются произвольные движения, чувствительность, температура тела, а также дыхание. Спинальные животные живут только при условии искусственного дыхания. Следовательно, регулирующие эти функции, находятся в вышележащих отделах центральной нервной системы.

Рефлекторные центры спинного мозга. В шейном отделе спинного мозга находится центр диафрагмального нерва (центр дыхания); в шейном и грудном отделах - центры сужения зрачка; в шейном и грудном отделах - центры верхних конечностей, мышц груди, спины и живота; и поясничном отделе - центры мышц нижних конечностей, в крестцовом отделе - центры мочеиспускания, дефекации и половых действий. Боковых рогах грудного и поясничного отделов спинного мозга находятся центры потоотделения и спинальные сосудодвигательные центры.

Рефлекторные дуги отдельных рефлексов проходят по определенным сегментам спинного мозга. Возбуждение, возникающее в рецепторах по центростремительному нерву, поступает в соответствующий отдел спинного мозга. Центробежные импульсы

идут из спинного мозга в составе передних корешков, иннервируя строго определенные участки тела (рис. 19).

Проводниковая функция спинного мозга. Через спинной мозг проходят восходящие и нисходящие пути.

Восходящие нервные пути передают информацию от рецепторов болевых, температурных рецепторов кожи и от рецепторов мышц через нейроны спинного мозга и другие отделы центральной нервной системы к мозжечку и коре большого мозга.

Нисходящие нервные пути (пирамидный и экстрапирамидный) передают информацию от коры большого мозга, подкорковые ядра и образования спинного мозга с мотонейронами спинного мозга. Они обеспечивают передачу нервных импульсов отделов центральной нервной системы на деятельность скелетных мышц.

Продолговатый мозг

Продолговатый мозг является продолжением спинного мозга у всех животных и человека.

Продолговатый мозг и мост мозга (варолиев мост) вместе со средним мозгом образуют ствол мозга. В состав ствол мозга входит большое количество ядер, восходящих и нисходящих путей. Важное функциональное значение имеет ствол мозга в регуляции ритмичной деятельности организма.

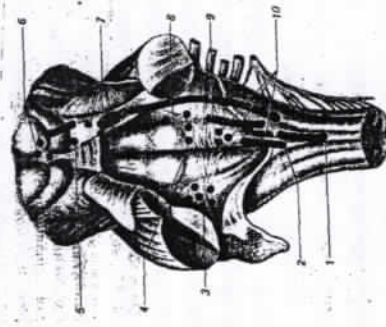
В продолговатом мозге по сравнению со спинным мозгом нет четкого сегментарного распределения серого и белого вещества.

В продолговатом мозге приводятся к образованию ядер, в которых находятся более или менее сложные рефлексы. Из 12 пар черепных нервов, связывающих головной мозг с периферией, 10 пар находятся в продолговатом мозге.

Продолговатый мозг выполняет две функции - рефлекторную и проводниковую.

Рефлекторная функция продолговатого мозга. В продолговатом мозге находятся центры как относительно простых, так и относительно сложных рефлексов. За счет деятельности продолговатого мозга осуществляются: 1) защитные рефлексы (мигание, глотание, чихание, кашлевой и рвотный рефлексы); 2) рефлексы, обеспечивающие тонус мускулатуры, дыхания, кровообращения.

необходимый для поддержания позы и осуществления рефлексов; 3) лабиринтные рефлексы, способствующие правильному распределению мышечного тонуса между отдельными группами мышц и установке той или иной позы тела; 4) рефлексы, связанные с функциями систем дыхания, кровообращения, пищеварения



Локализация ядра черепно-мозговых нервов в продолговатом мозгу. 1-добавочный нерв (XI пара); 2-подъязычный нерв (XII пара); 3-слуховой нерв (VIII пара); 4-отводящий нерв (IV пара); 5-блуждающий нерв (X пара); 6-глазо-двигательный нерв (III пара); 7-тройничный нерв (V пара); 8-лицевой нерв (VII пара); 9-языкоглоточный нерв (IX пара); 10-блуждающий нерв (X пара).

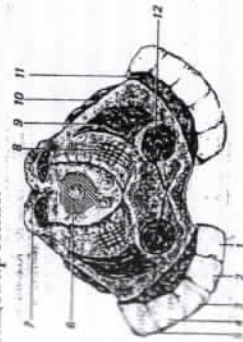
Проводниковая функция продолговатого мозга. Продолговатый мозг проходит восходящие пути от спинного мозга к головному и нисходящие пути, связывающие кору полушарий со спинным мозгом. Продолговатый мозг и мозжечок имеют собственные проводящие пути, соединяющие ядро вестибулярного нерва с мотонейронами спинного мозга.

Через восходящие пути и черепные нервы продолговатый мозг получает импульсы от рецепторов мышц лица, шеи, конечностей, туловища, от кожи лица, слизистых оболочек глаз, полости рта, от рецепторов слуха, вестибулярного аппарата, рецепторов гортани, трахеи, легких, интерорецепторов пищеварительного аппарата и сердечно-сосудистой системы.

Функции продолговатого мозга изучаются на бу...

...у которых поперечным разрезом продолговатый мозг ...от среднего. Следовательно, жизнь бульбарных ...поддерживается за счет деятельности спинного и ...мозга. У таких животных отсутствуют ...движения, отмечается потеря всех видов ...регуляции температуры тела ...превращается в холоднокровное). У ...животных сохраняются рефлекторные реакции и ...регуляция функций внутренних органов.

Рефлекторные центры продолговатого мозга. В продолговатом мозге располагается ряд жизненно важных центров: дыхательный, сердечно-сосудистый и пищевой центры. За счет деятельности этих центров осуществляется регуляция дыхания, кровообращения и пищеварения.



Строение среднего мозга

1-передний путь коры и моста; 2-кортико-нуклеарный путь; 3-латеральный кортико-спинальный путь; 4-передний путь; 5-Сильвиев водопровод; 6-корково-спинальный путь; 7-нижняя 8-ретиккулярная формация; 9-боковой леминг; 10-боковой леминг; 11-черная субстанция; 12-красное ядро

Таким образом, основная биологическая роль продолговатого мозга заключается в обеспечении постоянства состава внутренней среды организма.

В тесной связи с проприорецепторами продолговатый мозг играет роль регулятора тонуса скелетной мускулатуры, прежде всего обеспечивая тоническое напряжение мышц разгибателей, необходимых для преодоления силы тяжести организма.

Продолговатый мозг регулирует работу спинного мозга. Эта работа направлена на функциональное объединение всех

сегментов спинного мозга, на обеспечение условий для его деятельности. Продолговатый мозг осуществляет более формы приспособительных реакций организма к внешней среде сравнительно со спинным мозгом.

Средний мозг

К образованиям среднего мозга относят ножки мозга III (глазодвигательный) и IV (блоковый) пар черепных нервов, пластинку крыши (четверохолмие), красные ядра и вещество. В ножках мозга проходят восходящие и нисходящие нервные пути.

В строении среднего мозга полностью утрачены сегментарные признаки. В среднем мозге клеточные элементы образуют сложные скопления в виде ядер. Ядерные образования относятся непосредственно к среднему мозгу, а также к входящего состав ретикулярной формации.

Передние бугры пластинки крыши получают импульсы сетчатой оболочки глаз. В ответ на эти сигналы осуществляется регуляция просвета зрачка и аккомодация глаза. **Аккомодация** приспособление глаза к ясному видению разнообразных предметов за счет изменения кривизны хрусталика.

Задние бугры пластинки крыши получают импульсы слуховых нервов, расположенных в продолговатом мозге. Благодаря этому происходит рефлекторная регуляция тонуса среднего уха, а у животных - поворот ушной раковины к источнику звука. Таким образом, при участии передних и задних четверохолмий осуществляются установочные, ориентировочные рефлекторные реакции на световые и звуковые раздражители (движения глаз, поворот головы и даже туловища в сторону светового или звукового раздражителя). При разрушении четверохолмия зрение и слух сохраняются, но ориентировочные реакции на свет и звук.

С деятельностью бугров четверохолмия тесно связаны ядра III и IV пар черепных нервов, возбуждение которых определяет движение глаз вверх, вниз, в стороны, а также (конвергенция) и разведение глазных осей при переносе удаленных предметов на близкие и обратно.

Красные ядра участвуют в регуляции мышечного тонуса при проявлении установочных рефлексов, обеспечивающих со-

держание положения тела в пространстве. При отделении от среднего тонус мышц-разгибателей повышается, голова животного напрягается и вытягиваются, голова запрокидывается. Следовательно, у здорового животного и красные ядра несколько притормаживают тонус мышц-разгибателей.

Кроме вещества также регулирует мышечный тонус и красные ядра, участвует в регуляции актов жевания, глотания, дыхания, давления и дыхания, то есть деятельность черного вещества, как и красных ядер, тесно связана с работой среднего мозга.

Таким образом, средний мозг регулирует тонус мышц, что является необходимым условием координированных движений. Средний мозг регулирует ряд вегетативных функций организма (глотание, глотание, артериальное давление, дыхание). За счет среднего мозга расширяется (становится многообразнее) деятельность организма (появляются дополнительные рефлексы на звуковые и зрительные раздражители).

Тонические рефлексы ствола мозга

В формировании ствола мозга принимают участие в правильном формировании тонуса между отдельными группами мышц. Тонические рефлексы обеспечивают мышечный тонус, получили название тонических. В осуществлении этих рефлексов участвуют ядра спинного мозга, вестибулярные ядра продолговатого мозга, мозжечок, образования среднего мозга (красные ядра). В целом организм проявляет тонические рефлексы рефлексов, осуществляемых клетками моторной зоны коры больших полушарий.

Тонические рефлексы возникают при изменении положения тела в пространстве в пространстве за счет возбуждения рецепторов мышц, рецепторов вестибулярного аппарата (полукружных канальцев и тактильных рецепторов кожи).

Тонические рефлексы делят на две группы: статические и динамические. Статические рефлексы возникают при изменении положения тела, особенно головы, в пространстве. Динамические рефлексы проявляются при перемещении тела в пространстве, при изменении скорости движения (вращательного

или прямолинейного).

Таким образом, тонические рефлексы предотвращают образование ряда гормонов, которые затем вызывают нарушение равновесия, потерю активной способности восстановления нарушенной позы.

Промежуточный мозг

Промежуточный мозг - часть переднего отдела строения. Основными образованиями промежуточного мозга являются зрительные (таламус) и подбугровая область (гипоталамус).

Зрительные бугры - массивное парное образование, занимают основную массу промежуточного мозга. Наиболее крупные и наивысшей сложности строения зрительные достигают у человека.

Зрительные бугры являются центром всех афферентных импульсов. Через зрительные бугры к коре головного мозга поступает информация от всех рецепторов нашего организма, исключением обонятельных. Кроме того, от зрительных бугров нервные импульсы передаются к различным образованиям мозга. В зрительных буграх обнаружено большое количество ядерных образований. Функционально их можно разделить на две группы: **специфические** и **неспецифические** ядра.

Специфические ядра получают информацию от рецепторов, перерабатывают ее и передают в определенные области большого мозга, где возникают соответствующие ощущения (зрительные, слуховые и т. д.).

Неспецифические ядра не имеют прямой связи с рецепторами. Они получают импульсы от рецепторов через промежуточные переключки (синапсы). Импульсы от большого количества переключек (синапсов). Импульсы от образований через подкорковые ядра поступают к коре головного мозга, вызывая повышение их возбудимости.

При повреждении зрительных бугров у человека наблюдается полная потеря чувствительности или ее снижение. При повреждении зрительных бугров или ее снижение приводит к потере чувствительности или ее снижению. При повреждении зрительных бугров или ее снижение приводит к потере чувствительности или ее снижению.

Гипоталамическая (подбугровая) область участвует в регуляции различных видов обмена веществ (белков, углеводов, солей, воды), регулирует теплообмен.

Таким образом, тонические рефлексы предотвращают образование ряда гормонов, которые затем вызывают нарушение равновесия, потерю активной способности восстановления нарушенной позы.

Базальные ядра

Базальные ядра - это группа ядер, расположенных в глубине полушария. Они являются центром всех афферентных импульсов. Через базальные ядра к коре головного мозга поступает информация от всех рецепторов нашего организма, исключением обонятельных. Кроме того, от базальных ядер нервные импульсы передаются к различным образованиям мозга. В базальных ядрах обнаружено большое количество ядерных образований. Функционально их можно разделить на две группы: **специфические** и **неспецифические** ядра.

Специфические ядра получают информацию от рецепторов, перерабатывают ее и передают в определенные области большого мозга, где возникают соответствующие ощущения (зрительные, слуховые и т. д.).

Неспецифические ядра не имеют прямой связи с рецепторами. Они получают импульсы от рецепторов через промежуточные переключки (синапсы). Импульсы от большого количества переключек (синапсов). Импульсы от образований через подкорковые ядра поступают к коре головного мозга, вызывая повышение их возбудимости.

Мозжечок

Мозжечок - это небольшая часть мозга, расположенная в задней части головного мозга. Он является центром всех афферентных импульсов. Через мозжечок к коре головного мозга поступает информация от всех рецепторов нашего организма, исключением обонятельных. Кроме того, от мозжечка нервные импульсы передаются к различным образованиям мозга. В мозжечке обнаружено большое количество ядерных образований. Функционально их можно разделить на две группы: **специфические** и **неспецифические** ядра.

моста мозга, граничит с пластинкой крышки, сверху прикрывает затылочными долями больших полушарий.

Функции мозжечка были изучены на животных, у которых мозжечок удаляли частично или полностью, а также регистрировали его биоэлектрической активности в покое и раздражении.

Двигательные расстройства при удалении мозжечка описаны известным итальянским физиологом Луиджи Бернарди. Основными из них являются: атония - исчезновение мышечного тонуса; астения - снижение мышечных сокращений (для такого животного характерно быстрое наступление мышечного утомления); астазия - потеря способности к слитным тетаническим сокращениям. У животных наблюдаются дрожательные движения конечностей и головы. Собака с удалением мозжечка не может сразу поднять лапы, животное в ряд колебательных движений лапой, перед тем как ее поднять, поставить такую собаку, то тело ее и голова все время качаются в сторону.

В результате атонии, астении и астазии у животных нарушается координация движений: отмечается шаткая походка, размашистые, неловкие, неточные движения. Весь комплекс двигательных расстройств при поражении мозжечка называется мозжечковой атаксией (рис. 21).

Подобные нарушения наблюдаются и у человека при поражении мозжечка.

Через некоторое время после удаления мозжечка двигательные расстройства постепенно сглаживаются. Если у животных удалить моторную область коры большого мозга, двигательные нарушения вновь усиливаются. Следствием компенсации (восстановления) двигательных расстройств при поражении мозжечка осуществляется при участии коры большого мозга, ее моторной области.

Исследованиями Л.А.Орбели показано, что при удалении мозжечка наблюдается не только падение мышечного тонуса (атония), но и неправильное его распределение (дистония). Орбели установил, что мозжечок влияет и на сенсорный рецепторного аппарата, а также на вегетативные процессы,

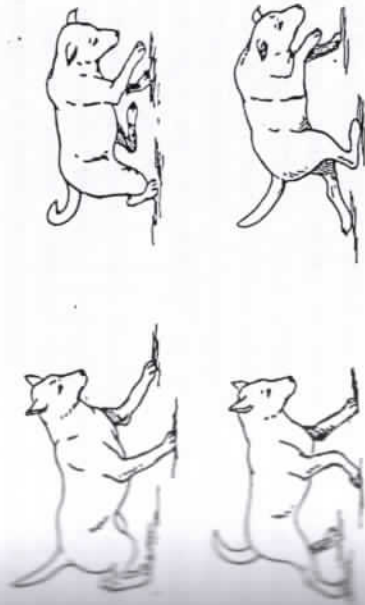
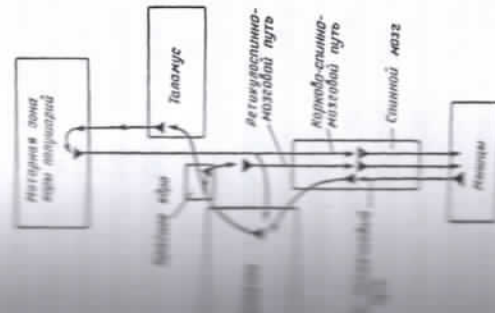


Рис. 21. Походка собаки с удаленным мозжечком (по Дюссер де Берену).

Рис. 22. Связи между мозжечком и красным ядром, зрительным бугром, корой больших полушарий и спинным мозгом (по Гайтону).



Мозжечок оказывает адаптационно-трофическое влияние на отделы мозга через симпатическую нервную систему, регулирует обмен веществ в головном мозге и тем самым способствует приспособлению нервной системы к изменяющимся условиям существования.

Таким образом, основными функциями мозжечка являются координация движений, нормальное распределение мышечного тонуса и регуляция вегетативных функций. Свое влияние мозжечок реализует через ядерные образования среднего и продолговатого мозга, а также двигательные нейроны спинного мозга. Главная роль в осуществлении влияния мозжечка на функции органов принадлежит двусторонней связи мозжечка с моторной зоной большого мозга и ретикулярной формацией ствола мозга (рис. 23).

4.5. КОРА БОЛЬШОГО МОЗГА

Особенности строения коры большого мозга и методы изучения ее функций. Кора большого мозга является высшим и наиболее молодым отделом центральной нервной системы.

У взрослого человека толщина коры в большинстве областей составляет около 5 мм. Площадь ее благодаря многочисленным складкам и бороздам составляет 0,25 м². Кора состоит из миллиардов нервных клеток, их отростков и нейроглии; для большей ее участков характерно шестислойное расположение нейронов.

Отростки нервных клеток коры большого мозга соединены между собой и между собой или с нижележащими отделами центральной нервной системы.

Отростки нервных клеток, соединяющие между собой различные участки одного и того же полушария называют ассоциативными, связывающие чаще всего одинаковые участки двух полушарий - комиссуральными и обеспечивающие связь коры большого мозга с другими отделами центральной нервной системы и через них со всеми органами и тканями организма проводящими (центробежными). Схема этих путей приведена на рис. 23.

Клетки нейроглии выполняют ряд важных функций, являясь опорной тканью, участвуют в обмене веществ в мозге, регулируют кровоток внутри мозга, выделяют нейротрофические факторы, регулируют возбудимость нейронов коры большого

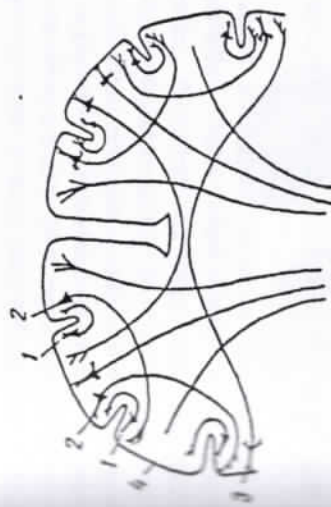


Рис. 24. Ход нервных волокон в коре большого мозга (схема).
1 - короткие ассоциативные волокна; 2 - длинные ассоциативные волокна; 3 - комиссуральные волокна; 4 - центробежные волокна.

Для изучения функций коры большого мозга применяются различные методы: 1) удаление отдельных участков коры больших полушарий оперативным путем. После исчезновения последствий экспериментальной травмы наблюдают, какие функции в организме утрачиваются, а какие - сохраняются; 2) метод раздражения с помощью электрических, химических и температурных раздражителей. Как и предыдущий, этот метод позволяет выявить роль различных участков коры в регуляции функций организма; 3) метод отведения биопотенциалов от отдельных зон и областей коры. Метод позволяет регистрировать электрическую активность не только поверхностных, но и глубоких структур большого мозга, а также ее изменения под влиянием различных раздражителей; 4) классический метод условных рефлексов, разработанный И.П. Павловым. Достоинство этого метода состоит в возможности исследования высшей нервной деятельности на здоровых животных и людях; 5) клинический метод, позволяющий изучать изменения деятельности отдельных отделов коры и на систем, которые наблюдаются при повреждении коры большого мозга (кровоизлияния, ранения, опухоли мозга).

Строение коры большого мозга: 1) кора осуществляет основные функции организма с окружающей средой за счет ассоциативных и условных рефлексов; 2) она является основой для первичной деятельности (поведения) организма; 3) за счет деятельности коры осуществляются высшие психические функции.

мышление и сознание; 4) кора регулирует и объединяет работу внутренних органов и регулирует обмен веществ.

Таким образом, с появлением коры большого мозга начинается контролировать все процессы, протекающие в организме, а также всю деятельность человека, то есть происходит кортикализация функций. И.П.Павлов, характеризуя кору, указывал, что она является распорядителем распределителем всей деятельности животного и человека организма.

Функциональное значение различных областей коры большого мозга. Локализация функций. Роль отдельных областей впервые была изучена в 1870 г. немецкими исследователями Фричем и Гитцигом. Они показали, что раздражение различных участков передней центральной извилины и собственно мозолей вызывает сокращение определенных групп мышц, противоположной раздражению стороне. В дальнейшем выявлена функциональная неоднозначность различных областей коры. Обнаружено, что височные доли коры связаны со слуховыми функциями, затылочные - со зрительными и т.д. Эти исследования позволили сделать вывод, что разные участки коры полушарий ведают определенными функциями. Было установлено о локализации функций в коре большого мозга.

И.П.Павлов, сочетая у экспериментальных животных метод экстирпации (удаление) отдельных участков коры большого мозга с методом условных рефлексов, подтвердил основные положения теории о локализации функций в коре. Вместе с тем в обосновании этой теории И.П.Павлов уточнил и внес принципиально новые представления.

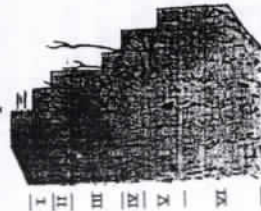
По И.П.Павлову деление коры большого мозга на двигательную и воспринимающую (чувствительные, или сенсорные) является неправильным. Метод условных рефлексов не позволяет установить, что вся кора обладает способностью осуществлять анализ и синтез афферентных импульсов, поступающих в различные рецепторов, воспринимающих раздражения из внешнего мира и внутренней среды организма. И.П.Павлов показал, выпадающая функция при удалении участков коры может быть какой-то степени восстановлена за счет деятельности соседних отделов коры большого мозга.

Представления И.П.Павлова о локализации функций

большой мозг подтверждается клиническими наблюдениями. Так, выходящие при локальных поражениях мозга нервные окончания, ранениях, опухолях) могут частично или полностью восстанавливаться. Кроме того, результаты физиологических исследований позволяют регистрировать изменения биоэлектрической активности в различных участках коры при раздражении рецепторов.



Различные поверхности коры головного мозга человека.



Историческое строение коры головного мозга человека. 1-серый слой; 2-наружный зернистый слой; 3-наружный зернистый слой; 4-внутренний зернистый слой; 5-внутренний слой; 6-полиморфный или слой венообразных клеток



Историческая карта большого мозга человека

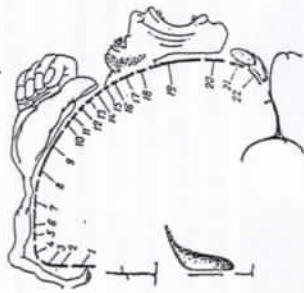


Рис. 24. Расположение двигательных точек в моторной коре большого мозга человека (по Пенфилду и Расмуссен). 1 - пальцы; 2 - лодыжка; 3 - колено; 4 - бедро; 5 - туловище; 6 - плечо; 7 - локоть; 8 - запястье; 9 - кисть; 10 - мизинец; 11 - безымянный палец; 12 - средний палец; 13 - указательный палец; 14 - большой палец; 15 - шея; 16 - бровь; 17 - веко; 18 - яблоко; 19 - губы; 20 - челюсть; 21 - язык; 22 - ухо.

Моторная зона представлена передней центральной и расположенными вблизи нее участками коры. При ее раздражении возникают различные сокращения скелетной мускулатуры на противоположной стороне. Эта область коры особенно развита у обезьян и человека. Установлено соответствие между определенными зонами коры и скелетной мускулатурой. Верхние участки этой зоны связаны с рецепторами мышц конечностей, средние - мышц туловища, нижние - мышц головы. В зависимости от обширности поражения центральной извилины наступают параличи (полное отсутствие движений) или парезы (ослабление движений).

Особый интерес представляет собственно лобная извилина, которая достигает у человека наибольшего развития. Поражения лобных областей у человека нарушают двигательные функции, обеспечивающие трудовую деятельность, а также приспособительные поведенческие реакции организма.

Область кожной чувствительности представлена в

в центральной извилине. Клетки этой области воспринимают раздражения от тактильных, болевых и температурных рецепторов. Нервные клетки кожной чувствительности в пределах задней центральной извилины аналогичны таковой для двигательной зоны. Клетки этой области центральной извилины связаны с рецепторами кожи нижних конечностей, средние - с рецепторами кожи рук и предплечий, нижние - с рецепторами кожи лица. Поражения этой области у человека во время нейрохирургических операций вызывают ощущения прикосновения, покалывания, онемения. При этом никогда не наблюдается выраженных болевых ощущений.

Поражение области задней центральной извилины на одной стороне приводит к нарушению кожной чувствительности на соответствующей стороне тела. При двустороннем повреждении этой зоны коры большого мозга наблюдается полная потеря чувствительности (анестезия).

Поражение области, расположенной в затылочных долях коры, приводит к нарушению зрения. Эту область следует считать как проекцию сетчатой оболочки глаза.

Поражения затылочной области может нарушиться ориентировка, ориентация в непривычной обстановке и способность читать, ориентация в височных долях коры.

Поражения височной области, локализуясь в височных долях коры, приводят к нарушению слуха. При повреждении этой зоны может возникнуть глухота, когда человек не понимает значения слов. Двустороннее поражение височной области приводит к полной корковой глухоте.

Поражения лобной области, расположенная в лобной доле коры, приводит к нарушению памяти. Эта область получает нервные импульсы от обонятельных рецепторов слизистой полости носа. Поражение этой зоны приводит к потере или искажению обонятельных ощущений.

Поражения височной области, расположенная в височной доле коры большого мозга. Сюда поступают нервные импульсы от обонятельных рецепторов слизистой полости носа. Поражение этой зоны ведет к понижению или потере обонятельных ощущений.

Поражения височной области, расположенная в височной доле коры большого мозга. Сюда поступают нервные импульсы от обонятельных рецепторов слизистой полости носа. Поражение этой зоны ведет к понижению или потере обонятельных ощущений.

ведущих функций речи. В лобной области левого полушария располагается моторный центр речи (центр Брока). У леворуких локализуется в правом полушарии. При поражении этого центра речь затруднена или даже невозможна. В височной области находится сенсорный центр речи (центр Вернике).



Цитоархитектоническая карта большого мозга человека (внутренняя поверхность)

Повреждение этой области приводит к расстройствам восприятия речи: большой не понимает значение слов, способность произносить слова сохранена. В затылочной доле большого мозга имеются зоны, обеспечивающие восприятие письменной (зрительной) речи. При поражении этих областей человек не понимает письменный текст.

Теменную область коры большого мозга относят к ассоциативным зонам. Среди нервных клеток теменной коры найдено большое количество полисенсорных нейронов, способствующих установлению связей между различными частями коры больших полушарий и играют большую роль в формировании условных рефлексов.

Любая область коры большого мозга находится в анатомическом, и в функциональном контакте с другими частями коры, с подкорковыми ядрами, с образованиями промежуточного мозга и ретикулярной формации, что обеспечивает совершение выполняемых ими функций.

Лимбическая система и ее функции

Лимбической системой называют наиболее древнюю часть коры большого мозга, расположенную на медиальной (внутренней) стороне больших полушарий. Основными структурами лимбической системы являются: полисная извилина,

мозолистое тело, парагиппокампальная извилина, гиппокамп, миндалевидное ядро (рис. 25). Чем более древняя система, тем относительно меньшую область занимает в мозге.

В настоящее время доказано, что лимбическая система имеет активное участие в регуляции вегетативных функций, пищеварения, в регуляции поведенческих реакций организма, в формировании и регуляции эмоций, в формировании и развитии памяти.

Электрографическая активность головного мозга и методы ее изучения

Активность головного мозга оценивается по особенностям электрографической активности. Электрографическую активность коры большого мозга у животных можно изучать при отведении потенциалов от обнаженного мозга - электрокортикографии. У человека отводит биотоки головного мозга, приложив электроды к

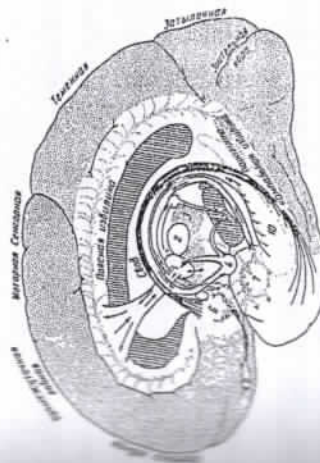


Рис. 25. Схема основных связей подкорки с лимбической системой мозга человека (по Пенфилду).

1 - ядро зрительного бугра (таламус); 4 - мамиллярное тело; 5 - подбугорная область (гипоталамус); 6 - доминантная область; 7 - миндалевидное ядро; 8 - гиппокамп; 9 - мозговая извилина; 10 - гиппокамп.

Вести потенциалов в головном мозге очень мала (несколько мВ), поэтому необходимо использовать осциллографы и осциллографы для их графической

регистрации. Такой метод записи электрических потенциалов головного мозга получил название электроэнцефалографии (ЭЭГ), отражающая изменение биопотенциалов головного мозга (ЭЭГ).

Большой вклад в изучение биоэлектрической активности головного мозга внесли русские ученые: В.Я.Данилов, И.М.Сеченов, Н.Е.Введенский, Б.Ф.Вериго, В.Н.Нернштейн.

В опытах на животных установлена ритмическая электрическая активность головного мозга. Обнаружено 2 вида ритма: электрокортикальный: редкий (8 - 10 колебаний в 1 с) и электрокортикальный: частый (100 колебаний в 1 с). В 1929 г. немецкий невропатолог Бергер впервые зарегистрировал ЭЭГ человека. Бергер поставил вопрос о том, является ли альфа-ритм (8 - 12 колебаний в 1 с) основным ритмом ЭЭГ. Кроме того, он так же, как и отечественные физиологи (Правдич-Неминский), наблюдал на ЭЭГ более частые (100 колебаний в 1 с) и более редкие (1 - 5 колебаний в 1 с) ритмы.

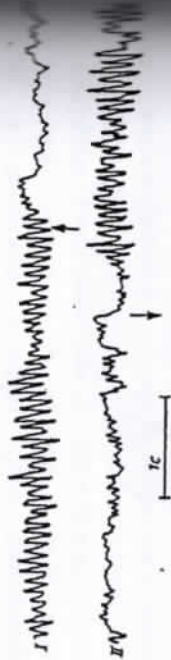


Рис. 25. Изменения электроэнцефалограммы затылочной области коры, показывающие переход от альфа-ритма к ритму при открывании глаз (стрелка вверх) и восстановление альфа-ритма при закрывании глаз (стрелка вниз)

Ритмы ЭЭГ. Электрические колебания, регистрируемые ЭЭГ, отличаются по частоте, продолжительности, амплитуде и форме. Различают четыре основных типа ритмов ЭЭГ.

Альфа-ритм - регулярный ритм синусоидальной частотой 8 - 13 колебаний в 1 с и амплитудой 20-80 мкВ. Ритм регистрируется при отведении биопотенциалов от коры большого мозга, но более постоянно - от задних рогов мозговых оболочек. Альфа-ритм регистрируется у человека в состоянии покоя, при закрытии глаз, в условиях физического и умственного покоя, при закрытии глаз, в условиях внешнего раздражения.

Этот ритм имеет частоту колебаний 14 - 35 в 1 с. Бета-ритм функциональный (10 - 30 мкВ), может быть зарегистрирован при наличии потенциалов от любых областей коры большого мозга, выражен в лобных долях.

наблюдении различных раздражений, открывании глаз, при работе альфа-ритм быстро сменяется бета-ритмом. Это явление редкого ритма на более частый получило название десинхронизации (рис. 25).

характеризуется медленными колебаниями с частотой 0,5 - 3 в 1 с, амплитуда его высокая - 250 - 1000 мкВ. Обнаруживается при отведении от всех зон коры большого мозга во время сна, при наркозе. У детей до 7 лет дельта-ритм может присутствовать и в бодрствующем состоянии.

в ритм имеет частоту 4 - 7 колебаний в 1 с, его амплитуда (100 мВ), наблюдается в состоянии неглубокого сна, при бодрствовании организм, при умеренном по глубине

Экономическая деятельность ЦНС

процесса — возбуждение и торможение, которые вызывают друг друга согласно закону индукции.

торможение

торможение: ограничивает распространение

необходима деятельность ненужных в данный момент

...важную роль;

... и концентрация нервных процессов.

В составе серого вещества спинного мозга человека содержится около 13,5 миллионов нервных клеток. Без них в мозгу (97%) представляют промежуточные клетки

Варолиев мост и Варолиев мост

пищеварительных рефлексов (жевание, глотание, перистальтика желудка и кишечника, выделение слюны)

пищеварительных соков). Центры некоторых защитных рефлексов (чихание, кашель, мигание, рвота, слезоотделение).
Центры водно-солевого обмена дыхательный центр (выдох)

Сердечно – сосудистый центр.

Тонус мышц и разгибателей.

6. Средний мозг.

Четвероохолмия: передние бугры.

Зрительные подкорковые центры

Задние бугры – слуховые центры

Рефлекс «Что такое»

Черная субстанция – участвует в регуляции тонуса мышц
Красное ядро – участвует в регуляции тонуса скелетных мышц и поддержание тела в пространстве.

4.6. ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Нервную систему организма животных и человека подразделяют на соматическую (анимальную) и вегетативную. Соматическая нервная система обеспечивает иннервацию поперечнополосатой мускулатуры и восприятие раздражений. Вегетативная нервная система обеспечивает иннервацию внутренних органов, желез внешней и внутренней секреции, кровеносных и лимфатических сосудов, трофическую иннервацию (регулирует обмен веществ) скелетной мускулатуры, регуляцию самой центральной нервной системы.

Анатомические особенности. Вегетативная нервная система имеет центральную и периферическую части. Центральная часть расположена очагово, в виде скопления нейронов вегетативной нервной системы), заложенных в продолговатом и среднем мозге.

Вегетативная нервная система имеет два подразделения: парасимпатический и симпатический. Ядра, находящиеся в продолговатом мозге (III пара черепных нервов), продолговатом мозге (VII пара черепных нервов) и крестцовом отделе спинного мозга (тазовых внутренних нервов), являются центрами парасимпатической нервной системы (рис. 77).

Ядра, расположенные в боковых рогах грудного и поясничного отделов спинного мозга (от I грудного до II – IV поясничного), являются центрами симпатической нервной системы (рис. 26).

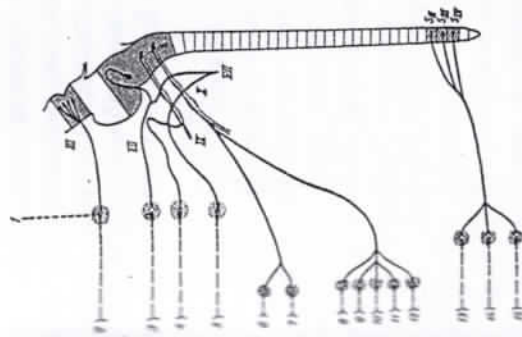


Рис. 26 Строение парасимпатической нервной системы (по В. В. Визингеру). Преганглионарные волокна изображены 1 – 15. 1 – блуждающий нерв; 2 – зрительный нерв; 3 – слезная железа; 4 – околоушная железа; 5 – поджелудочная железа; 6 – сердце; 7 – бронхи; 8 – тонкий кишечник; 9 – толстый кишечник; 10 – печень; 11 – поджелудочная железа; 12 – почки; 13 – толстый кишечник; 14 – мочевого пузыря; 15 – половые органы.

Вегетативная нервная система, расположенная в центральной нервной системе, отходит на периферию нервные волокна, которые, не дойдя до иннервируемого органа, заканчиваются в вегетативных ганглиях. Здесь они образуют нервные сплетения на нервных клетках ганглиев. Нервные сплетения к ганглию, называются преганглионарными. Нервные отростки, отходящие от ганглиозных клеток, образуют ганглионарные нервные волокна, которые достигают иннервируемого органа.

Ганглии парасимпатической нервной системы располагаются вблизи иннервируемого органа или вблизи него. Ганглии симпатической нервной системы находятся в отдалении от иннервируемых ими органов. Ганглии симпатической нервной системы образуют так называемую симпатическую цепочку,

располагающуюся справа и слева от позвоночного столба, узлов на более далеком расстоянии от него (чревные сплетения и верхний и нижний брыжеечные узлы).

Физиологические особенности. Волокна нервов вегетативной системы в 2-5 раз тоньше волокон соматических нервов.

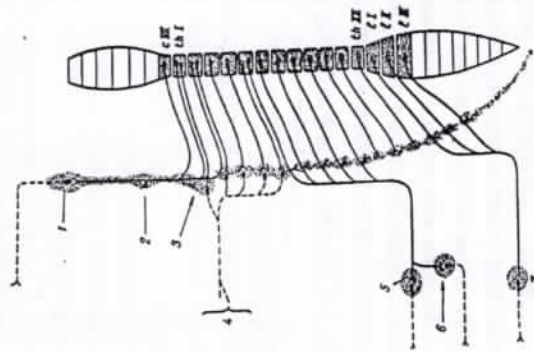


Рис. 26. Схема строения симпатической нервной системы Виллингера). Преганглионарные волокна изображены сплошными линиями, постганглионарные - прерывистыми. 1 - головной мозг; 2 - верхний шейный ганглий; 3 - средний шейный ганглий; 4 - ветви к сердцу и легким; 5 - чревное сплетение; 6 - верхний брыжеечный узел; 7 - нижний брыжеечный узел.

Отсюда различная скорость проведения нервных импульсов в соматических нервах: нервные импульсы распространяются со скоростью до 120-140 м/сек, в парасимпатических - 10-20 м/сек. Волокна нервов вегетативной системы менее возбудимы и обладают продолжительным рефрактерным периодом, чем соматические нервы, поэтому для возбуждения вегетативных нервов требуется более сильное раздражение.

Парасимпатическая нервная система. От среднего мозга отходят парасимпатические волокна, которые входят в состав черепных нервов. Эти волокна иннервируют круговую мышцу радужной оболочки глаза, при их возбуждении происходит сужение зрачка. Из продолговатого мозга выходят блуждающие волокна, идущие в составе лицевого, языкоглоточного и блуждающего нервов. Парасимпатические нервы входят в состав лицевого и языкоглоточного нервов, а блуждающий нерв имеет обильное выделение слюны. Блуждающий нерв иннервирует многие внутренние органы: сердце, легкие, бронхи, альвеолы легких, желудок, тонкий кишечник и слепую толстую, поджелудочную железу, надпочечники, отделе толстого, селезенку. От крестцового отдела спинного мозга отходят тазовые нервы, которые иннервируют органы малого таза: сигмовидную и прямую кишку, мочевой пузырь, половые органы, за исключением матки.

Симпатическая нервная система. Волокна симпатической системы начинаются от нейронов боковых рогов грудного и поясничного отделов спинного мозга. Симпатическая нервная система иннервирует все органы и ткани организма, в том числе органы головы и центральную нервную систему.

Симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы оказывают на органы, как правило, противоположное влияние. Например, при возбуждении симпатических (блуждающих) нервов ритм сердца ускоряется, под влиянием симпатических нервов тонус гладкой мускулатуры бронхов повышается, в результате этого просвет их увеличивается. Под влиянием симпатической нервной системы просвет бронхов расслабляется и просвет их увеличивается. За счет усиленного влияния двух отделов вегетативной нервной системы на деятельность органов обеспечивается лучшее функционирование организма к условиям существования.

Вегетативная нервная система осуществляет различные реакции защитного характера (сужение зрачка при ярком свете); рефлекторные реакции, направленные на поддержание состава и свойств внутренней среды организма (например, блуждающего нерва стимулирует процессы

пищеварения и тем самым обеспечивает восстановление питательных веществ в организме). Активация парасимпатического отдела вегетативной нервной системы способствует опорожнению желудка, поджелудочной железы, желчного пузыря, мочевого пузыря, кишечника).

Возбуждение симпатической нервной системы обеспечивает поддержание постоянства состава внутренней среды организма (гомеостаза). Например, при понижении уровня сахара в крови возбуждение симпатической нервной системы приводит к увеличению активности мозгового вещества надпочечников и выделению адреналина. Током крови гормон доставляется в печень и способствует переходу гликогена в глюкозу, которая поступает в кровь, и уровень сахара восстанавливается.

Симпатическая нервная система не только регулирует внутренние органы, но и оказывает влияние на процессы, протекающие в скелетных мышцах и в нервной системе. Было впервые установлено Л.А.Орбели (адап- трофическая функция симпатической нервной системы).

Под адаптационно-трофической функцией симбиотической нервной системы следует понимать ее влияние на интен- сивность обменных процессов и приспособление их уровня к условиям существования организма.

В лаборатории Л.А.Орбели на нервно-мышечном препарате лягушки был проведен следующий опыт. Получали тетаническое сокращение мышцы посредством раздражения двигательного нерва. Продолжая раздражать нерв, доводили мышцу до утомления. Раздражение в этих условиях симпатического нерва восстанавливало работоспособность скелетной мышцы. Она приобретала способность реагировать тетаническим сокращением на раздражение двигательного нерва.

В настоящее время установлено, что при возбуждении торможении всех отделов центральной и периферической системы происходит образование физиологически веществ - медиаторов.

В зависимости от того, какой медиатор образуют окончания нервных волокон, принято делить холинергические и адренергические. Передача возбуждения в холинергических нервных волокнах осуществляется при помощи ацетилхолина, а в адренергических — норадреналина.

90

являются все преганглионарные нервные (парасимпатические и симпатические), все ганглионарные нервные волокна парасимпатической нервной системы и соматические нервы. Адренергическими являются все ганглионарные симпатические нервы, за исключением нервов ветвей и симпатических нервов, расширяющих кровеносные сосуды.

энергетические и адренергические нейроны обнаружены и в этой нервной системе.

гидрофобные, взаимодействующие с ацетил холи ном, называются холинорецепторами, взаимодействующие с норадреналином - адренорецепторами. Медиатор изменяет структуру молекулы белка, что приводит к повышению проницаемости липидной мембраны, изменению движения через нее ионов. Вследствие этого в постсинаптической мембране возникает деполяризация или гиперполяризация. Если происходит деполяризация постсинаптической мембраны и этот процесс достигает критического (критического) уровня, возбуждение передается на эффекторную клетку. Если же в результате действия медиатора с рецептором возникает процесс гиперполяризации постсинаптической мембраны, передача сигнала тормозится.

Тогда же медиатор передал возбуждение, он разрушается и превращается в фермент.

Глава 5.

Раздел: «Кровь»

План:

Таблица 1. Внутренняя среда организма

различные функции крови

Восстановление крови в организме

отношение относительная плотность (удельный вес)

[illegible]

ВВЕДЕНИЕ

1000

[illegible]

ВВЕДЕНИЕ. ПОМОЩЬ КРОВИ

и их функции

91

11. Гемоглобин и его функции
12. Лейкоциты, их свойства и функции
13. Иммунитет
14. Тромбоциты, их свойства и функции
15. Гемостаз и его разновидности
16. Свертывание крови и его факторы
17. Группы крови
18. Резус фактор
19. Переливание крови
20. Кровотворение и его регуляция

ТЕМА КРОВИ. КРОВЬ КАК ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА

Внутренняя среда организма не имеет контакта с внешней средой и отделена от нее специальными структурами, которые называются внешними барьерами. К ним относятся кожа, слизистые оболочки, эпителий желудочно-кишечного тракта.

Кровь не соприкасается непосредственно с клетками органов и тканей, составляющих костный мозг и селезенку. Из кровеносных сосудов питание клеток и удаление метаболитов? Из крови образуется тканевая (межклеточная, интерстициальная) жидкость, которая играет роль питательной среды для клеток. Состав и свойства этой жидкости специфичны для отдельных органов и тканей их структурным и физиологическим особенностям. Поэтому то, что кровь является источником образования тканевой жидкости, называют универсальной внутренней средой организма.

В организме существуют механизмы, находящиеся между кровью и тканью, называемые гистогематическими барьерами. В состав гистогематических барьеров представлены капилляры, который отделяет кровь (кровь) от клеток. Гистогематические барьеры регулируют обменные процессы между кровью и тканями и сохраняют относительное постоянство состава и физиологических свойств внутренней среды организма.

В организме крупнейшего отечественного терапевта (1919) кровь, а также органы, принимающие участие в поддержании и разрушении ее клеток, вместе с механизмами, обеспечивающими ее единую систему крови.

Важным свойством внутренней среды организма является способность сохранять постоянство своего состава и свойств. Это связано с тем, что составные части крови чрезвычайно быстро отражаются на наступившие в организме изменения, которые приводят к патологии. Вот почему в практической медицине изучают широкое распространение клинические

Важнейшие функции крови. Кровь, циркулирующая в организме, выполняет следующие функции.

Транспортная функция крови состоит в том, что переносит газы, питательные вещества, продукты обмена гормонов, медиаторы, электролиты, ферменты и др. Эти вещества могут оставаться в крови неизмененными или изменяться. В большей частью нестойкие соединения (кислород, железо, медь, гормоны и др.), гемоглобином (кислород) в такой форме доставляются к тканям.

Дыхательная функция заключается в том, что гемоглобин эритроцитов переносит кислород от легких к тканям организма. Углекислый газ от клеток к легким. Кроме того, газы в небольшом количестве транспортируются кровью в состоянии физического растворения и в составе химических соединений.

Питательная функция - перенос основных питательных веществ от органов пищеварения к тканям организма. Зависимости от потребностей организма питательные вещества мобилизуются из депо и транспортируются к работающим органам.

Экскреторная функция (выделительная) осуществляется счет транспорта «шлаков жизни» - конечных продуктов веществ (мочевина, мочевой кислоты и др.) и лишних солей и воды от тканей к местам их выделения (почки, железы, легкие, кишечник).

Водный баланс тканей зависит от концентрации количества белка в крови и тканях, а также от проницаемости сосудистой стенки. Например, при снижении уровня белка (в результате усиленного выхода воды из сосудов в ткани) развивается отеки, так как белок обладает способностью удерживать воду в сосудистом русле.

Регуляция температуры тела осуществляется физиологическими механизмами, способствующими перераспределению крови в сосудистом русле. При повышении температуры крови в капилляры кожи теплоотдача увеличивается, перераспределение крови в сосуды внутренних органов способствует уменьшению тепла.

Кровь выполняет **защитную функцию**, являясь фактором иммунитета. Это обусловлено наличием в крови (специфических белков, обезвреживающих бактерий и вирусы, жизнедеятельности), ферментов, специальных белков (пропердин), обладающих бактерицидными свойствами. Относящихся к естественным факторам иммунитета, и факторы

Одним из важнейших свойств крови является ее способность к регенерации, что при травмах предохраняет организм от кровопотери.

Регенеративная функция заключается в том, что поступающие в организм продукты деятельности желез внутренней секреции, гормоны, соли, ионы водорода и др. через кровь нормальную систему и отдельные органы (либо рефлекторно, либо рефлекторно) изменяют их деятельность.

Регенеративная функция в организме. Общее количество крови в организме взрослого человека составляет в среднем 6-8% или $\frac{1}{13}$, у новорожденных 5-6 л. У детей количество крови составляет в среднем 11%. В различных условиях не вся кровь циркулирует в кровеносных сосудах, часть ее находится в так называемых депо (печень, селезенка, легкие, сосуды кожи). Общее количество крови в организме сохраняется на относительно постоянном уровне. При необходимости пополнения количества крови, например, при кровопотере, специальные механизмы способствуют выбросу крови в общий кровоток. Потеря $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{3}$ количества крови приводит организм к гибели. В этих случаях происходит значное переливание крови или кровезаменяющих

Плотность и относительная плотность (удельный вес) крови. Плотность крови обусловлена наличием в ней белков и красных кровяных телец - эритроцитов. Если вязкость воды принять за 1, то вязкость крови будет равна 1,7 - 2,2, а вязкость цельной крови

Плотность крови зависит в основном от содержания эритроцитов, содержания в них гемоглобина и состава плазмы крови. Относительная плотность крови человека равна 1,050-1,060, плазмы - 1,029-1,034. Плотность относительная плотность крови наблюдается у мужчин она несколько выше (1,060-1,080). У женщин (1,053). Такое различие объясняется различием содержания в крови эритроцитов.

Плотность периферической крови состоит из жидкой части

- плазмы и взвешенных в ней форменных элементов или клеток (эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов) (рис 2).

Если дать крови отстояться или провести ее фугирование, предварительно смешав с противосвертывающим веществом, то образуются два резко отличающихся друг от друга слоя: верхний - прозрачный, бесцветный или слегка желтый плазма крови; нижний - красный цвет, состоящий из эритроцитов и тромбоцитов. Лейкоциты за счет меньшей относительной плотности располагаются на поверхности нижнего слоя тонкой пленки белого цвета.

Объемные соотношения плазмы и форменных элементов определяют с помощью гематокрита - капилляра с делениями, также при помощи радиоактивных изотопов ^{32}P , ^{51}Cr периферической (циркулирующей) и депонированной крови соотношения неодинаковы. В периферической крови составляет приблизительно 52-58% объема крови, а форменные элементы 42-48%. В депонированной крови наблюдается обратное соотношение.

Плазма крови, ее состав

Плазма крови является довольно сложной биологической средой. Она находится в тесной связи с тканевой жидкостью организма.

В состав плазмы крови входят вода (90-92%) и сухие вещества (8-10%). Сухой остаток состоит из органических и неорганических веществ. К органическим веществам плазмы крови относятся белки плазмы - альбумины (около 4,5 %), глобулины, фибриноген (0,2-0,4%). Общее количество белка в плазме составляет 7-8 %; 2) небелковые азотсодержащие вещества (аминокислоты, полипептиды, мочевина, мочевая кислота, креатинин, аммиак). Общее количество небелкового азота в плазме (так называемого остаточного азота) составляет 11-15 ммоль/л (40 мг%). При нарушении функции почек, выделяющих азот, в крови накапливается азот, что приводит к азотемии. При нарушении функции почек, выделяющих азот, в крови накапливается азот, что приводит к азотемии. При нарушении функции почек, выделяющих азот, в крови накапливается азот, что приводит к азотемии.

В плазме содержатся также ферменты, гормоны, витамины, жиры, белки и др.

К этим веществам относятся преимущественно электролиты: Na^+ , K^+ , Mg^{2+} и анions Cl^- , HPO_4^{2-} , HCO_3^- .

В плазме содержится большое количество продуктов обмена, биологически активные вещества (серотонин, гистамин), гормоны; из кишечника в плазму поступает большое количество питательных веществ, витаминов и т. д. Однако плазма существенно не изменяется. Постоянство состава плазмы обеспечивается регуляторными механизмами, оказывающими влияние на деятельность отдельных органов и систем организма. Плазма участвует в поддержании состава и свойств его внутренней среды, в поддержании водно-солевого баланса.

Онкотическое и онкотическое давление крови.

Онкотическое давление обусловлено электролитами и некоторыми белками с низкой молекулярной массой (глюкоза и др.). Оно составляет около 3,325 атм (25-30 мм рт. ст.). Значение онкотического давления плазмы в сосудах велико, так как за счет него жидкость (вода) не выходит из сосудов в окружающую среду. Из белков плазмы наибольшее влияние на онкотическое давление оказывают альбумины; вследствие малых размеров и высокой концентрации они обладают выраженной способностью притягивать воду.

Онкотическое давление плазмы обусловлено белками. Оно составляет около 3,325 атм (25-30 мм рт. ст.). Значение онкотического давления плазмы в сосудах велико, так как за счет него жидкость (вода) не выходит из сосудов в окружающую среду. Из белков плазмы наибольшее влияние на онкотическое давление оказывают альбумины; вследствие малых размеров и высокой концентрации они обладают выраженной способностью притягивать воду.

Онкотическое давление плазмы обусловлено белками. Оно составляет около 3,325 атм (25-30 мм рт. ст.). Значение онкотического давления плазмы в сосудах велико, так как за счет него жидкость (вода) не выходит из сосудов в окружающую среду. Из белков плазмы наибольшее влияние на онкотическое давление оказывают альбумины; вследствие малых размеров и высокой концентрации они обладают выраженной способностью притягивать воду.

Онкотическое давление плазмы обусловлено белками. Оно составляет около 3,325 атм (25-30 мм рт. ст.). Значение онкотического давления плазмы в сосудах велико, так как за счет него жидкость (вода) не выходит из сосудов в окружающую среду. Из белков плазмы наибольшее влияние на онкотическое давление оказывают альбумины; вследствие малых размеров и высокой концентрации они обладают выраженной способностью притягивать воду.

изменениям не подвергаются. В растворе с высоким осмотическим давлением клетки сморщиваются, так как вода начинает выходить из них в окружающую среду. В растворе с низким осмотическим давлением эритроциты набухают и разрушаются. Это происходит потому, что вода из раствора с низким осмотическим давлением начинает поступать в эритроциты, оболочка клеток не выдерживает повышенного давления и лопается.

Солевой раствор, имеющий осмотическое давление, одинаковое с кровью, называют изотоническим, или изотоническим 0,9% раствором NaCl). Раствор с более высоким осмотическим давлением, чем давление крови, получил название гипертонического, а имеющий более низкое давление гипотонического.

Гемолиз и его виды. Гемолизом называют разрушение эритроцитов с выходом гемоглобина в окружающую среду. Гемолиз может наблюдаться как в сосудистом русле вне организма.

Вне организма гемолиз может быть вызван гипотоническими растворами. Этот вид гемолиза называют осмотическим. Встряхивание крови или ее перемешивание приводит к разрушению оболочки эритроцитов - механический гемолиз. Нехимические вещества (кислоты, щелочи, эфир, хлороформ) вызывают свертывание (денатурацию) белков и нарушение оболочки эритроцитов, что сопровождается выходом гемоглобина - химический гемолиз. Изменение осмотического давления с последующим выходом из них гемоглобина наблюдается также под влиянием физических факторов: частности, при действии высоких температур происходит свертывание белков. Замораживание крови сопровождается разрушением эритроцитов.

В организме постоянно в небольших количествах происходит гемолиз при отмирании старых эритроцитов. В норме происходит лишь в печени, селезенке, красном костном мозге. Гемоглобин «поглощается» клетками указанных органов и используется для циркулирующей крови. При некоторых заболеваниях организма и, заболеваниях гемолиз сопровождается появлением гемоглобина в плазме циркулирующей крови (гемоглобинемия) и выделением его с мочой (гемоглобинурия). Это наблюдается, например, при укусе ядовитых змей, скорпионов, насекомых.

изменяется pH, при малярии, при переливании несовместимой в отношении крови.

Реакция крови. Реакция среды определяется концентрацией ионов. Для определения кислотности или щелочности среды пользуются водородным показателем pH. Активная реакция среды зависит от соотношения ионов H^+ и OH^- . В этом случае pH является постоянной. Как правило, pH крови составляет 7,36-7,42 (слабощелочная).

В крови реакции в кислую сторону называется ацидозом, а в щелочную - алкалозом. Возникновение алкалоза связано с увеличением концентрации гидроксильных ионов OH^- . В этом случае происходит перевозбуждение нервной системы, отмечается судороги, а в дальнейшем гибель организма.

В организме всегда имеются условия для сдвига реакции в кислую или щелочную сторону. В клетках и тканях постоянно происходят кислые продукты: молочная, фосфорная и серная кислоты (при окислении фосфора и серы белковой пищи). При этом происходит потребление растительной пищи в кровотоке постоянно происходит сдвиг реакции. Напротив, при преимущественном потреблении мясной пищи в крови создаются условия для сдвига реакции в щелочную сторону. Однако величина активной реакции крови постоянна. Поддержание постоянства активной реакции крови обеспечивается так называемыми буферными системами. К буферным системам крови относятся: 1) карбонатная буферная система (угольная кислота - H_2CO_3 , бикарбонат натрия - $NaHCO_3$); 2) фосфатная буферная система одноосновной (фосфатная буферная система - калиевая соль гемоглобина); 3) белковая буферная система (гемоглобин - белковая плазма). Буферные системы нейтрализуют избыточную кислоту, поступающую в кровь, и щелочей, поступающих в кровь. Буферные системы имеют сдвиг активной реакции крови, и в тканях, что способствует поддержанию pH тканей на относительно постоянном уровне. Буферными тканями являются белки и фосфаты.

Сохранению постоянства pH способствует и действие некоторых органов. Так, через легкие удаляется углекислоты. Почки при ацидозе выделяют больше одноосновного фосфата натрия; при алкалозе - больше щелочей (двухосновного фосфата натрия и бикарбоната натрия). Потовые железы могут выделять в небольших количествах молочную кислоту.

Форменные элементы крови

К форменным элементам крови относятся эритроциты (красные тельца), лейкоциты (белые кровяные тельца), тромбоциты (красные пластинки).

Ертіңдігі

Эритроциты - высокоспециализированные клетки. У млекопитающих эритроциты лишены ядра и имеют одну протоплазму. Эритроциты имеют форму двояковогнутого диска. Диаметр их равен 7-8 мкм, толщина по периферии 2-2,5 мкм, в центре - 1-2 мкм.

В 1 л крови мужчин содержится $4,0 \cdot 10^{12}$ - $5,0 \cdot 10^{12}$ /л ($4,0 \cdot 10^{12}$ в 1 мм^3) эритроцитов, женщин - $3,7 \cdot 10^{12}$ - $4,7 \cdot 10^{12}$ /л ($3,7 \cdot 10^{12}$ в 1 мм^3), новорожденных - до $6 \cdot 10^{12}$ /л (6 млн. в 1 мм^3), людей - меньше $4,0 \cdot 10^{12}$ /л (меньше 4 млн. в 1 мм^3).

Количество эритроцитов меняется под воздействием внешней и внутренней среды (суточные и сезонные колебания, мышечная работа, эмоции, пребывание на больших высотах, жидкости и т.д.). Повышение количества эритроцитов получило название эритроцитоз, понижение - эритропения.

Функции эритроцитов. Дыхательная функция эритроцитами за счет дыхательного пигмента гемоглобина, который обладает способностью присоединять к себе кислород и выделять углекислый газ.

Питательная функция эритроцитов состоит в adsорбции на их поверхности аминокислот, которые транспортируются к клеткам организма от органов пищеварения.

Защитная функция эритроцитов определяется способностью связывать токсины (вредные, ядовитые вещества) за счет наличия на поверхности эритроцитов специальных веществ белковой природы – антигенов. Кровяные эритроциты принимают активное участие в свертывании крови.

Ферментативная функция эритроцитов связана с тем, что в них содержатся разнообразные ферменты. В эритроцитах присутствуют ферменты, участвующие в энергетическом обмене, в синтезе и распаде гемоглобина, в регуляции осмотического давления, в поддержании кислотно-щелочного баланса и т.д.

Ферменты: истинная холинэстераза - фермент, разрушающий ацетилхолин; угольная ангидраза - фермент, который в зависимости от pH способен способствовать образованию или расщеплению угольной кислоты в крови капилляров большого и малого круга кровообращения; меттемоглобин-редуктаза - фермент, восстанавливающий гемоглобин восстановленным состоянию.

рН крови - осуществляется эритроцитами гемоглобином. Гемоглобиновый буфер - один из буферов, он обеспечивает 70-75% буферных свойств. Свойства гемоглобина связаны с тем, что он и его производные обладают свойствами слабых кислот.

Гемоглобин

Гемоглобин - дыхательный пигмент крови - выполняет в организме важную роль переносчика кислорода и принимает участие в транспорте углекислого газа.

в крови содержится 16,67-17,4 г гемоглобина. У мужчин в среднем 130-160 г/л (13-16 г %), гемоглобина, у женщин 120-140 г/л (12-14 %). Общее количество гемоглобина в крови примерно 700 г; 1 г гемоглобина связывает $1,345 \cdot 10^{-6}$ мл кислорода.

Гемоглобин представляет собой сложное химическое соединение, состоящее из 600 аминокислот, его молекулярная масса 66000±2000. Гемоглобин состоит из белка глобина и четырех молекул гема. Молекула гема, содержащая атом железа, имеет способность присоединять или отдавать молекулу кислорода. При этом валентность железа, к которому присоединяется кислород, не изменяется, т.е. железо остается в состоянии (Fe^{2+}) . Гем является активной, или так называемой функциональной группой, а глобин - белковым носителем гема.

в белковой группе, а глобин белковая часть мышечных волокон и сердечной мышцы находится в гемоглобине, или миоглобине. Его протетическая группа - гем - в гемоглобине и миоглобине - это та же самая молекула гемоглобина крови, а белковая часть - имеет меньшую молекулярную массу, чем белок гемоглобина. Миоглобин человека связывает до 14% общего кислорода в организме. Он играет важную роль в транспорте кислорода в организме.

гемоглобин синтезируется в клетках красного костного мозга. Для синтеза гемоглобина необходимо достаточное количество железа. Разрушение молекулы гемоглобина происходит преимущественно в клетках мононуклеарной системы.

фагоцитарной системы (ретикуло-эндотелиальной системы), которой относятся специальные клетки печени, селезенки, мозга, моноциты крови.

Функции гемоглобина. Гемоглобин выполняет свои функции лишь при условии нахождения его в эритроцитах. Если по каким-либо причинам гемоглобин появляется в плазме (гемоглобинемия), он не способен выполнять свои функции, так как захватывается клетками мононуклеарной фагоцитарной системы и разрушается, а часть его выводится через почки (гемоглобинурия). Появление в плазме большого количества гемоглобина увеличивает вязкость крови, повышает величину лойдно-осмотического давления крови, что приводит к нарушению движения крови и образования тканевой жидкости.

Дыхательная функция гемоглобина осуществляется в переносе кислорода от легких к тканям и углекислого газа от тканей к органам дыхания. Регуляция активной реакции связана с тем, что гемоглобин обладает буферными свойствами.

Соединения гемоглобина. Гемоглобин, присоединяя к себе кислород, превращается в оксигемоглобин (HbO_2). Кислород гемоглобина образует непрочное соединение, и гемоглобин остается двухвалентным. Гемоглобин, отдавший кислород, называется восстановленным, или редуцированным, гемоглобином (Hb). Гемоглобин, соединенный с молекулой углекислого газа, называется карбогемоглобином (HbCO_2). Углекислый газ является белковым компонентом гемоглобина также образует непрочное соединение.

Гемоглобин может вступить в соединение не только с кислородом и углекислым газом, но и с другими газами, например с угарным газом (CO). Соединение гемоглобина с угарным газом называется карбоксигемоглобином (HbCO). Угарный газ так же, как и кислород, соединяется с гемоглобином. Карбоксигемоглобин является прочным соединением, и при этом отравление угарным газом очень опасно для жизни.

При некоторых патологических состояниях, например при отравлении фенацетином, амил- и пропилнитритами и т.д., в крови появляется прочное соединение гемоглобина с кислородом — метгемоглобин, в этом соединении гемоглобин не способен присоединяться к железу гема, окисляет его и железо становится трехвалентным. В случаях накопления в крови большого количества метгемоглобина транспорт кислорода

становится невозможным и человек погибает.

Лейкоциты

Лейкоциты, или белые кровяные тельца, — бесцветные клетки, имеющие ядро и протоплазму. Размер их 8-20 мкм.

В крови здоровых людей в состоянии покоя количество лейкоцитов колеблется в пределах $4,0 \cdot 10^9/\text{л}$ ($4000 \cdot 1000/\text{мм}^3$). Это количество лейкоцитов в крови называется лейкоцитозом, уменьшение — лейкопенией.

Лейкоциты делятся на две группы: зернистые лейкоциты, или гранулоциты, и незернистые, или агранулоциты.

Зернистые лейкоциты отличаются от незернистых тем, что их цитоплазма имеет включения в виде зерен, которые способны поглощать различные красители. К гранулоцитам относятся нейтрофилы и базофилы. Нейтрофилы по степени зрелости делятся на миелоциты, метамиелоциты (юные формы), палочкоядерные и сегментоядерные. Основную часть зернистых лейкоцитов составляют сегментоядерные нейтрофилы. Миелоциты и метамиелоциты в крови здоровых людей встречаются редко.

Агранулоциты не имеют в своей протоплазме включений. К агранулоцитам относятся лимфоциты и моноциты. В настоящее время принято считать, что лимфоциты морфологически и функционально различаются. Различают Т-лимфоциты (тимусзависимые), которые являются вилочковой железой, и В-лимфоциты, образующиеся в костном мозге, в групповых лимфатических фолликулах (пейеровых бляшках). Моноциты образуются, вероятно, в костном мозге и в лимфатических узлах. Между отдельными видами лейкоцитов — агранулоцитами — имеются определенные соотношения. Процентное соотношение агранулоцитов к зернистым видам лейкоцитов называют лейкоцитарной формулой (табл. 1).

Таблица 1. Лейкоцитарная формула (в процентах)

Юные формы	Нейтрофилы				Лимфоциты	Моноциты
	миелоциты	метамиелоциты	палочкоядерные	сегментоядерные		
0-3	0	0	1-6	47-72	19-37	3-11



Рис. 27. Стадии фагоцитоза чужеродного эритроцита макрофагом (б). I - приближение (хемотаксис); II - окружение (аттракция); III - поглощение; IV - внутриклеточное переваривание.

При ряде заболеваний характер лейкоцитарной картины не меняется. Так, например, при острых воспалительных процессах (острый бронхит, пневмония) увеличивается количество нейтрофильных лейкоцитов (нейтрофилия). При аллергиях (астма, сенная лихорадка) в крови преобладают эозинофилы (эозинофилия). Эозинофилия наблюдается также при паразитарных инвазиях. Для вялотекущих хронических заболеваний (ревматизм, туберкулез) характерно увеличение количества лимфоцитов (лимфоцитоз). Таким образом, анализ лейкоцитарной картины имеет диагностическое значение.

Свойства лейкоцитов. Лейкоциты обладают рядом физиологических свойств: амёбовидной подвижностью, фагоцитозом. Амёбовидная подвижность позволяет лейкоцитам активно передвигаться за счёт образующихся ложноножек (псевдоподий). Фагоцитозом лейкоциты понимают свойство лейкоцитов проталкивать и переваривать инородные тела и микроорганизмы. Это свойство лейкоцитов используется в медицине. Например, лейкоциты могут проходить через стенку капилляра. Кроме того, лейкоциты могут проходить через стенку капилляра. Кроме того, лейкоциты могут проходить через стенку капилляра. Кроме того, лейкоциты могут проходить через стенку капилляра.

Фагоцитоз протекает в 4 фазы: хемотаксис, (окружение), поглощение и внутриклеточное переваривание (27).

Лейкоциты, поглощающие и переваривающие микроорганизмы, называются фагоцитами (от phagēin — поглощать). Лейкоциты поглощают не только попавшие в организм микроорганизмы, но и отмирающие клетки самого организма. Перемещение лейкоцитов к очагу воспаления обусловлено факторами: повышением температуры в очаге воспаления

сторону существованием хемотаксиса (движение по направлению к химическому раздражителю - положительный хемотаксис, а от него - отрицательный хемотаксис). Он обеспечивается продуктами жизнедеятельности микроорганизмов и веществами, образующимися в результате

Лейкоциты. Одной из важнейших функций, выполняемых лейкоцитами, является защитная. Лейкоциты способны вырабатывать специальные вещества - лейкокины, которые вызывают гибель микроорганизмов, попавших в организм. Некоторые лейкоциты (базофилы, эозинофилы) образуют антитела, обезвреживающие продукты жизнедеятельности бактерий, и обладают, таким образом, специфическим свойством. Лейкоциты способны к фагоцитозу, поэтому длительное время сохраняются в организме. Наконец, лейкоциты (базофилы, эозинофилы) имеют отношение к процессам свертывания крови и фибринолиза - к процессам восстановления организма.

... стимулируют регенеративные (восстановительные) ...

принимает участие в репарации отмирающих клеток и тканей организма за счет моноцитов.

Они выполняют и ферментативную функцию. Они различны: протеолитические - расщепляющие белки; липолитические - жиры; амилазные - углеводы), для осуществления процесса внутриклеточного

иммунитет невосприимчивость организма к инфекционным и неинфекционным агентам и веществам, обладающим антигенными свойствами. Сложные реакции иммунитета осуществляются за счет участия в иммунной системе организма - органов и тканей. Под иммунной системой понимают совокупность всех лимфоидных органов (тимус, селезенка, лимфатические узлы) и лимфоидных клеток. Основным элементом лимфоидной системы является лимфоцит.

гуморальный и клеточный иммунитет. Гуморальный

иммунитет обеспечивается преимущественно за счет лимфоцитов. В-лимфоциты в результате сложных взаимодействий с Т-лимфоцитами и моноцитами превращаются в плазматические клетки, продуцирующие антитела. В результате гуморального иммунитета организм освобождается от чужеродных веществ (бактерий, вирусы и др.), которые попадают в окружающую среду. Клеточный иммунитет (реакция отторжения пересаженной ткани, уничтожение генетически переродившихся клеток собственного организма) обеспечивается главным образом Т-лимфоцитами. В реакциях клеточного иммунитета принимают также участие и макрофаги (моноциты).

Функциональное состояние иммунной системы регулируется сложными нервными и гуморальными механизмами.

Тромбоциты

Тромбоциты, или кровяные пластинки, представляют собой образования овальной или округлой формы диаметром 0,2-0,3 мкм. Тромбоциты человека и млекопитающих не имеют ядра. Количество в крови тромбоцитов составляет $180-320 \cdot 10^9/\text{л}$ (в среднем $200 \cdot 10^9/\text{л}$). Увеличение содержания тромбоцитов в крови называется тромбоцитозом, уменьшение — тромбоцитопенией.

Свойства тромбоцитов. Тромбоциты, как и лейкоциты, способны к фагоцитозу и передвижению за счет образования ложноножек (псевдоподий). К физиологическим функциям тромбоцитов также относятся их способность прилипать к поврежденной поверхности и склеиваться между собой под действием различных причин. Тромбоциты очень легко разрушаются, способны выделять и поглощать некоторые биологически активные вещества: серотонин, адреналин, норадреналин. Все это способствует особенностям кровяных пластинок обуславливают их участие в остановке кровотечения.

Функции тромбоцитов. Тромбоциты принимают участие в процессе свертывания крови и фибринолиз (растворение фибрина). В пластинках обнаружены биологически активные соединения, за счет которых они участвуют в остановке кровотечения (гемостазе). Кроме того, тромбоциты выполняют защитную функцию за счет склеивания (агглютинации) и фагоцитоза, они способны вырабатывать некоторые вещества (аминолитические, протеолитические и др.), способствующие

восстановлению нормальной жизнедеятельности пластинок, но и для остановки кровотечения. Тромбоциты оказывают влияние на гистогематических барьеров, изменяя проницаемость капилляров (выделение в кровотоки серотонина и особого вещества — адреналина S).

Гемостаз

Гемостаз — совокупность физиологических процессов, обеспечивающих остановку кровотечения при повреждении тканей. В течение времени принято различать два механизма остановки кровотечения: сосудисто-тромбоцитарный и тромбоцитарный. Сосудисто-тромбоцитарный гемостаз и свертывание крови с последующей ретракцией (сокращением) кровяного сгустка.

Тромбоцитарный, или микроциркуляторный гемостаз. При микроциркуляторном гемостазе следует понимать, что кровотечения из мелких сосудов с довольно низким давлением. Процесс остановки кровотечения в этих сосудах зависит из следующих компонентов: 1) сосудистого компонента; 2) тромбоцитарного; 3) плазменного и продолжительного; 4) образования, и сокращения тромбоцитарной пробки, и сокращения надежного гемостаза.

В процессе рефлекторно происходит уменьшение просвета сосуда рефлекторно происходит. Рефлекторный спазм сосудов происходит одновременно. Более длительный спазм сосудов происходит действием серотонина, норадреналина, адреналина, которые освобождаются из тромбоцитов и вызывают спазм сосудов.

В сосудах приводит лишь к временной остановке кровотечения. Основное же значение для гемостаза в зоне мелких сосудов имеют тромбоциты (микроциркуляция) имеет процесс прилипания тромбоцитов к поврежденной поверхности. Тромбоциты прилипают к поврежденной поверхности и склеиваются друг с другом. Образовавшаяся пробка, или тромбоцитарный тромб, уплотняется в результате склеивания специального белка (тромбостенина), который в тромбоцитах, который напоминает по своим свойствам сывороточный белок мышечной ткани.

Свертывание крови (гемокоагуляция) — важнейшим защитным механизмом организма,

предохраняющим его от кровопотери в случае повреждения кровеносных сосудов, в основном, мышечного типа.

Свертывание крови - сложный биохимический и химический процесс, в итоге которого растворимый белок фибриноген переходит в нерастворимое состояние - фибрин.

Свертывание крови по своей сущности главным представляется собой ферментативный процесс. При этом положения ферментативной теории свертывания разработанные более 100 лет тому назад отечественным А.А.Шмидтом (1861), сохранили свое значение и до настоящего времени получены новые данные, уточняющие ферментативных реакций, обеспечивающих процесс свертывания крови. Кроме фибриногена, протромбина, тромбопластина и ионов кальция в процессе свертывания принимают участие и другие вещества, обнаруженные не только в плазме, но и в форменных элементах крови, а также во тканях и органах. Вещества, участвующие в этом процессе получили название факторов системы свертывания крови.

[illegible]

В свете современных данных свертывание крови — это не только и не столько процесс, протекающий в результате сложного каскада ферментативных реакций, свертывания крови осуществляется в три фазы. В этом процессе ферментативные реакции, в результате которых один фактор приводит к активации последующих факторов, ускоряются и усиливаются за счет образования белковых комплексов.

108

вторую фазу процесса свертывания крови образуются в комплексе, получивший название протромбиназы.

Второй фазы процесса свертывания крови образуется протромбинотический фермент - тромбин. Этот фермент в крови в результате воздействия протромбиназы на

Прочность образовавшегося кровяного сгустка зависит от количества и активности ферментов, который получил фибриностабилизирующего фактора. Он находится в тромбоцитах, эритроцитах и тканях.

воздействия всех фаз процесса свертывания крови на ионы кальция. В дальнейшем под влиянием этих факторов наступает сокращение нитей фибрина, в результате чего происходит уплотнение сгустка и своротки. Следовательно, сывортка крови отличается от плазмы отсутствием в ней фибриногена и других веществ, участвующих в процессе свертывания.

Фибрин, из которой удален фибрин, называют фибринозой. Она состоит из форменных элементов и сы-
мента гемостаза. Фибриноза препятствует внутрисосудистому
тромбозу и замедляет этот процесс.

мощным ингибитором свертывания крови является

гепарин — естественный антикоагулянт широкого спектра действия, образуется в лаброцитах (тучных клетках) и базофильных тучных клетках. Впервые гепарин выделен из печени, отсюда и название. Гепарин способен угнетать процесс свертывания крови, инактивировать тромбин, соединяться с фибриногеном. Следовательно, гепарин тормозит все фазы свертывания крови.

и образом, кровь, покидая сосудистое русло, свертывается и ограничивает кровопотерю. В сосудистом же русле кровь, поэтому она и выполняет все свои функции.

У здоровых людей кровь не свертывается в сосудах? Существует три основных причины: 1) факторы системы свертывания крови в сосудистом русле находятся в неактивном

109

состоянии; 2) наличие в крови, форменных элементов и антикоагулянтов (ингибиторов), препятствующих образованию тромбина; 3) наличие интактного (неповрежденного) эндотелия судов.

Кроме системы свертывания крови, в организме животных обнаружена так называемая фибринолитическая система, основной функцией которой является расщепление нити на растворимые компоненты. Фибринолитическая система находится в антиподом системы гемокоагуляции. В ее состав входят плазмин (фибринолизин), находящийся в крови в неактивном состоянии, в виде плазминогена (профибринолизина), активаторы фибринолиза. Активаторы стимулируют превращение плазминогена в плазмин, ингибиторы тормозят этот процесс. Большинство компонентов системы фибринолиза являются белковыми веществами. Обнаруживаются они в плазме крови и в тканевых жидкостях, в органах и тканях.

Процесс фибринолиза необходимо рассматривать в совокупности с процессом свертывания крови. В организме эти две системы связаны функционально. В функционального состояния одной из них компенсируются сдвигами в деятельности другой. В функциональных взаимосвязей между системами гемостаза фибринолиза может привести к тяжелым патологическим состояниям организма, либо к повышенной кровотоцинности внутрисосудистому тромбообразованию. Грозными осложнениями некоторых заболеваний могут быть тромбозы и эмболии, обусловленные снижением литических свойств одномоментной активацией ее свертывающей способности. В некоторых случаях тромбы недостаточно прочно прирастают к стенке сосуда, отрываясь, они переносятся током крови, закупоривая просвета сосуда эмболию.

При ряде заболеваний наблюдается значительное фибринолитическое и активное действие крови, что приводит к снижению концентрации фибриногена и несквертываемости фибриногена.

функциональное состояние систем свертывания фибринолиза поддерживается и регулируется гуморальными механизмами.

5.2. ГРУППЫ КРОВИ

1991) и австрийский исследователь Ландштейнер установил, что в эритроцитах людей агглютиногенов (склеиваемое - склеивающее вещество) и предположил наличие в сыроворотке крови агглютининов (склеивающее - агглютинирующее вещество). Были обнаружены два агглютиногена и два агглютинина. Первые обозначают буквами латинского алфавита А и В, а вторые буквами греческого алфавита α (альфа) и β (бета).

Антигены - антигены, участвующие в реакции агглютинации. Это сложные вещества (гликолипиды), в их составе есть углеводный и жироподобный компоненты. Антигены - антитела, агглютинирующие антигены - собой видоизмененные белки глобулиновой природы. Агглютинация происходит в том случае, если в крови встречаются агглютиноген с одноименным агглютинином, агглютиноген А с агглютинином а, или агглютиноген В с агглютинином в. При переливании несовместимой крови в кровь агглютинируются эритроциты и последующее их гемолиз приводит к шоку, который может привести к смерти.

в зависимости от условий в крови человека никогда не встречается в крови одноклеточных агглютининов и агглютиногенов. В зависимости от наличия или отсутствия в эритроцитах агглютиногенов, а в плазме

в эритроцитах агглютиногенов нет, в плазме — агглютинины α и β .

в эритроцитах находится агглютиноген А, в плазме — агглютинин α.

в эритроцитах содержатся агглютиногены А и В, в плазме — агглютинины А₁ и В₁.

группа - 33,5%, II группа - 27,5%, III группа - 21%, IV

крови необходимо, чтобы кровь донора

Кроме агглютиногенов, определяющих четыре группы эритроцитов могут содержать в разных комбинациях и другие агглютиногены. Среди них особенно большое практическое значение имеет резус-фактор.

Резус-фактор. Резус-фактор (Rh-фактор) Ландштейнером и Винером в 1940 г. с помощью сыгнуполученной от кроликов, которым предварительно влили эритроциты обезьян макаков резусов. Полученная сыворотка агглютинировала, кроме эритроцитов обезьян, эритроциты людей и не агглютинировала кровь остальных 15% животных. Идентичность нового фактора эритроцитов человека эритроцитами макаков резусов позволила дать ему название «фактор» (Rh). У 85% людей в крови содержится резус-фактор, а у 15% — отсутствует. Такие люди называются резус-положительными (Rh⁺), а те, у которых отсутствует резус-фактор, — резус-отрицательными (Rh⁻).

Наличие резус-агглютиногена в эритроцитах не связано с возрастом. В отличие от агглютиногенов А и В, резус-фактор не имеет соответствующих агглютининов в плазме. Перед переливанием крови необходимо выяснить, антирезус-положительного донора перелить резус-отрицательному реципиенту, то в организме последнего будут образованы специфические антитела по отношению к резус-фактору (антирезус-агглютинины). При повторных гемотрансфузиях (положительной крови реципиенту у него развивается осложнение, протекающее по типу гемотрансфузионного резус-конфликта. Резус-конфликт связан с агглютинацией эритроцитов донора антирезус-агглютинами и их разрушением. Резус-отрицательным реципиентам можно переливать резус-отрицательную кровь.

Несовместимость крови по резус-фактору играет определенную роль в происхождении гемолитической болезни плода и новорожденного (уменьшение количества эритроцитов крови вследствие гемолиза) и, возможно, гибели плода во время беременности.

Если мать принадлежит к ресурс-отрицательной группе

плодотворной, то плод может быть резус-положительным. Если же плод резус-отрицательный, то плод может быть резус-отрицательным.

Организация крови. В нашей стране организована сеть переливания крови, где хранится кровь и производится ее переливание, желавших сдать кровь. Донорство - это проявление человеческого гуманизма и добровольный акт товарищеской помощи. В нашей стране широко развито безвозмездное донорство. В нашем донорская кровь переливается лицам по медицинским показаниям: при больших кровопотерях, при операциях, с целью остановки кровотечения, повышения сопротивляемости организма болезнетворным микробам и т. д.

вание крови осуществляется при наличии стерильной среды для переливания крови. За процессом переливания крови постоянно наблюдает врач. Перед переливанием определяется группа крови донора и реципиента, Rh-принадлежность крови и резус-фактор. Кроме того, ставится проба на индивидуальную совместимость. В процессе переливания крови делается проба на биологическую совместимость. Следует помнить, что переливать можно только кровь соответствующей группы. Например, реципиенту, имеющему II группу крови, можно переливать только кровь II группы. По жизненным показаниям допускается переливание крови I группы лицам с любой группой крови, только в небольших количествах.

вание крови осуществляется в зависимости от показаний (по скорости в среднем 40-60 капель в минуту) или при ухудшении состояния больного (озноб, боль в области и т. д.) переливание прекращают.

заменяющие **жидкости** (кровезаменители) - растворы, применяются вместо крови или плазмы для лечения заболеваний, дезинтоксикации (обезвреживания), в истощенной организм жидкости или для коррекции

не воспринимаемые в настоящее время кровезамещающие препараты не изменяют полностью кровь, как в отношении ее вязкости, так и лечебного действия. Они способны восполнять лишь

отдельные составные части плазмы крови - воду, аминокислоты и т. д. Наиболее простым кровезамещающим раствором является изотонический раствор хлорида натрия (0,9%).

5.3. КРОВЕТВОРЕНИЕ И ЕГО РЕГУЛЯЦИЯ

Кроветворение (гемопоз) - сложный процесс образования и созревания форменных элементов крови. Различают два периода кроветворения: эмбриональный и постнатальный. Эмбриональное кроветворение происходит в печени, в внутриутробного развития, постнатальное - после рождения ребенка.

По современному представлению единой материнской крови кроветворения является клетка-предшественник (стволовая клетка), из которой через ряд промежуточных стадий образуются эритроциты, лейкоциты, лимфоциты, тромбоциты.

Эритроциты образуются интравакулярно (внутри сосудов) красного костного мозга. Поступающие в костный мозг эритроциты содержат базофильное окрашивающееся вещество - гемоглобин. Такие клетки называются ретикулоцитами. Содержание ретикулоцитов в крови здорового человека составляет 0,2-1,2%. Продолжительность жизни эритроцитов 100-120 дней. Разрушаются красные кровяные тельца в клетках системы макрофагов (мононуклеарной фагоцитарной системы).

Лейкоциты образуются экстравакулярно (вне сосудов) в этом гранулоциты и моноциты созревают в красном костном мозге, а лимфоциты в вилочковой железе, лимфатических узлах, миндалинах, аденоидах, лимфатических образованиях желудочно-кишечного тракта, селезенке. Созревшие лейкоциты попадают в системный кровоток за счет активности их ферментов, амёбовидной подвижности. Продолжительность жизни лейкоцитов до 15-20 дней. Отмирают лейкоциты в клетках системы макрофагов.

Тромбоциты образуются из гигантских клеток мегакариоцитов в красном костном мозге и легких. Так же как и эритроциты, тромбоциты развиваются вне сосудов. Проникновение тромбоцитов в сосудистое русло обеспечивается их высокой подвижностью и активностью их протеолитических ферментов.

жизни тромбоцитов 2-5 дней, а по некоторым данным до 10-11 дней. Разрушаются кровяные пластинки в клетках системы макрофагов.

Образование форменных элементов крови происходит под влиянием гуморальных и нервных механизмов регуляции.

Гуморальные компоненты регуляции гемопоза в свою очередь можно разделить на две группы: экзогенные и эндогенные факторы.

К экзогенным факторам относятся биологически активные вещества - витамины группы В, витамин С, фолиевая кислота, а также микроэлементы: железо, кобальт, медь, марганец. Указанные вещества влияют на ферментативные процессы в кроветворных органах, способствуя созреванию и дифференцировке форменных элементов, синтезу их структурных (составных) частей.

К эндогенным факторам регуляции гемопоза относятся: эритропоэтин, гемопозитин, эритропоэтин, тромбоцитопоэтин, эритропоэтин, некоторые гормоны желез внутренней секреции. Эритропоэтин - сложное соединение, в котором различают так называемый внешний и внутренний факторы. Внешний фактор - витамин В₁₂ (цианкобаламин), внутренняя - вещество белковой природы (эритропоэтин), которое вырабатывается клетками дна костного мозга. Внутренний фактор предохраняет витамин В₁₂ от разрушения желудочным соком и способствует всасыванию его из кишечника. Фактор Касла стимулирует эритропоэз. Гемопозитин - фактор распада форменных элементов (лейкоцитов, эритроцитов, тромбоцитов) оказывает выраженное влияние на образование форменных элементов.

Глава 6.

Раздел: «Лимфа и лимфообращение»

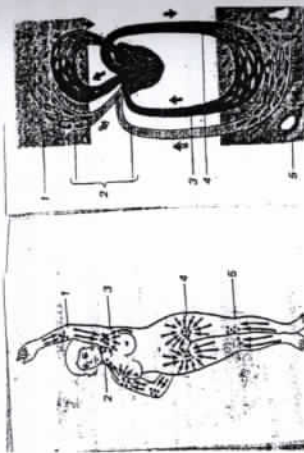
План:

1. Состав и свойства лимфы.
2. Образование лимфы:
 - а) фильтрационная теория
 - б) секреторная теория
3. Движение лимфы.
4. Лимфатические узлы.
5. Физиология терморегуляции

ЛИМФА И ЛИМФООБРАЩЕНИЕ

6.1. Состав и свойства лимфы. Лимфатическая система является частью микроциркуляторного русла и состоит из капилляров, сосудов, лимфатических узлов, грудного и лимфатического протоков, из которых лимфа поступает в кровеносную систему.

Лимфатические капилляры являются начальными звеньями лимфатической системы. Лимфатические капилляры имеют ряд особенностей. Они не открываются в межклеточные пространства (оканчиваются слепом); их стенки тоньше, податливей и более проницаемы по сравнению с кровеносными капиллярами.



Лимфатические капилляры имеют больший диаметр, чем кровеносные капилляры. При полном заполнении лимфатических капилляров диаметр их равен в среднем 10-15 мкм.

Лимфа может достигать 100-150 мкм. В лимфатических капиллярах имеются клапаны, представляющие собой парные, расположенные друг против друга, карманообразные складки внутренней оболочки сосуда. Клапанный аппарат обеспечивает движение лимфы в одном направлении (к грудному и правому лимфатическому протокам). Например, скелетные мышцы при сокращении механически сдавливают стенки капилляров, и лимфа продвигается по направлению к венозным сосудам. Такое движение невозможно благодаря наличию клапанного аппарата.

Лимфатические капилляры переходят в лимфатические сосуды, которые заканчиваются правым лимфатическим и грудным лимфатическим протоками. В лимфатических сосудах имеются мышечные клетки, иннервируемые симпатическими и парасимпатическими нервами. Благодаря этому лимфатические сосуды обладают способностью активно сокращаться.

Лимфа из грудного протока поступает в венозную систему в левую вену под ключичную, образуемого левой внутренней яремной и внутренней венами. Из правого лимфатического протока лимфа поступает в венозную систему в области венозного угла, образуемого правой внутренней яремной и подключичной венами. Таким образом, по ходу лимфатических сосудов обнаруживаются различные анастомозы, которые также обеспечивают движение лимфы в венозную кровь.

Скорость движения лимфы в условиях относительного покоя из грудного протока в подключичную вену ежеминутно поступает 100-150 мл лимфы (1 мл), в сутки - от 1,2 до 1,6 л.

Лимфа - это жидкость, содержащаяся в лимфатических узлах и сосудах. Скорость движения лимфы по лимфатическим сосудам составляет 0,4-0,5 м/с.

В состав лимфы входят вода, белки, углеводы, минеральные вещества, витамины, гормоны, ферменты, антитела, клетки крови и лимфоциты. Лимфа отличается от крови тем, что в лимфе содержится меньше белка, чем в плазме крови. В лимфе имеются протеины и фибриноген, поэтому она может свертываться. Однако эта способность у лимфы выражена в меньшей степени, чем в крови.

В 100 г лимфы содержится 10-15 г белка, что составляет 2-3% от общего содержания белка в крови. Лимфа обнаруживается от 2 до 20 тыс. литров у взрослого человека за сутки из грудного протока в венозную систему поступает более 35 млрд. лимфоцитарных клеток.

клеток.

В период пищеварения в лимфе брыжеечных сосудов нарастает количество питательных веществ и особенно жира. Придает ей молочно-белый цвет. Через 6 ч после приема пищи содержание жира в лимфе грудного протока может возрасти в 2-3 раза по сравнению с исходными ее величинами. Установлено, что состав лимфы отражает интенсивность обменных процессов протекающих в органах и тканях.

Переход различных веществ из крови в лимфу зависит от диффузионной способности, скорости поступления в русло и особенностей проницаемости стенок кровеносных капилляров. Легко переходят в лимфу яды и токсины, образуют бактериальные.

6.2. Образование лимфы. Источником лимфы является тканевая жидкость. Поэтому необходимо рассмотреть ее способствующие ее образованию. Тканевая жидкость образуется в мельчайших кровеносных сосудах - капиллярах. Жидкость межклеточные пространства всех тканей организма является, промежуточной средой между клетками организма. Через тканевую жидкость клетки получают все необходимые для их жизнедеятельности питательные вещества и кислород и в нее же выделяют продукты обмена веществ и углекислый газ.

Наиболее признанными теориями, объясняющими образование тканевой жидкости, являются фильтрационная и секреторная.

Фильтрационная теория. Образование тканевой жидкости связывают с величинами гидростатического (кровяного) и коллоидно-осмотического (онкотического) и осмотического давлений в кровеносных капиллярах и межклеточных пространствах. Повышение гидростатического давления в капиллярах способствует процессу фильтрации жидкости в межтканевые пространства. Понижение - вызывает обратное движение жидкости из межклеточных пространств в капилляры. Когда осмотическое давление уменьшает процесс фильтрации в капилляры, для определения фильтративного давления, которое обуславливает образование тканевой жидкости, необходимо из гидростатического давления вычесть разность между осмотическим давлением крови и тканевой жидкости, получив

тканевых пространствах.

Величину относительного физиологического покоя органа называют давлением в целом фильтрация тканевой жидкости происходит в артериальном колене капилляра, так как здесь гидростатическое давление превышает величину коллоидно-осмотического давления в венозном же колене капилляра. Обратное явление - поступление жидкости из тканевых пространств в капилляры (в венозном колене капилляра коллоидно-осмотическое давление больше, чем гидростатическое). При этом гидростатическое давление органов или организма в целом в венозном колене капилляра гидростатического давления тканевая жидкость образуется на протяжении всего капилляра. В этом случае гидростатическое давление жидкости поступает в лимфатические

Секреторная теория. Образование тканевой жидкости связывают с функцией эндотелия кровеносных капилляров, которая повышает проницаемостью, что и обеспечивает поступление жидкости из сосудов в межтканевые пространства.

Жидкость тканевой жидкости в сосудистое русло осуществляется в венозном колене капилляра. Тканевая жидкость поступает в венозную область капилляра, когда ее гидростатическое давление превышает гидростатическое давление капилляра и сосудов. В этом случае жидкость называется лимфой. Таким образом, лимфа образуется из тканевой жидкости.

Движение лимфы. На движение лимфы по сосудам лимфатической системы оказывает влияние ряд факторов. Основной ток лимфы обеспечивается непрерывным движением тканевой жидкости и переходом ее из межтканевых пространств в лимфатические сосуды. Существенное значение для движения лимфы имеет активность органов и сократительная способность лимфатических сосудов.

Венозное давление факторам, способствующим движению лимфы относятся: сократительная деятельность скелетных мышц и гладких мышц, отрицательное давление в грудной полости и грудной полости, увеличение объема грудной полости при вдохе, что обуславливает присасывание лимфы из лимфатических сосудов.

Лимфатические узлы. Лимфа в своем движении от капиляров к центральному сосудам и протокам проходит через один

План:

1. Теплообмен.
2. Температура тела человека.
3. Теплопродукция и теплоотдача, их компенсации
4. Химическая терморегуляция.
5. Физическая терморегуляция.
6. Центры регуляции теплообмена.
7. Регуляция обмена веществ и энергии.

7.1. ТЕПЛООБМЕН

Жизнедеятельность животного и человека сопровождается постоянным потреблением энергии, которую организм получает за счет поступления и переработки питательных веществ. Химические превращения, протекающие в клетках организма, в процессе обмена веществ, сопровождаются теплообразованием. Одновременно с образованием тепла в организме происходит отдача его в окружающую среду. Обмен тепловой энергии между организмом и окружающей средой называется теплообменом. Одним из показателей теплообмена является температура, которая в любой момент зависит от двух факторов: образования тепла, то есть от интенсивности обменных процессов в организме, и отдачи тепла в окружающую среду.

Температура тела многих животных изменяется в зависимости от температуры внешней среды. Такие животные называются пойкилотермными, то есть животными с непостоянной температурой тела, или холоднокровными. При повышении температуры внешней среды температура тела у них повышается, при понижении - снижается.

Животные с постоянной температурой тела называются гомойотермными (теплокровными). К ним относятся млекопитающие. Относительно постоянное количество тепла выделяется организмом в процессе теплопродукции и теплоотдачи.

Постоянство температуры тела называется изотермией. Значение изотермии заключается в том, что она обеспечивает независимость обменных процессов в тканях и органах от колебаний температуры окружающей среды.

7.2. Температура тела человека

Температура тела человека в неодинаковых условиях теплоотдачи и теплопродукции различна (рис. 27). Наиболее высокая температура кожи отмечается на кистях и стопах, наиболее низкая - в подмышечной впадине, где ее обычно и определяют. У человека температура в этой области равна 36-37° С. В течение суток наблюдаются небольшие подъемы и спады температуры тела человека в соответствии с суточным биоритмом: температура отмечается в 2-4 ч ночи, максимальная - в 16-18 ч.

Температура внутренних органов более высокая, поэтому ее представляют об «оболочке» и «ядре» тела. Оболочка тела имеет более низкую температуру, которая подвержена большим колебаниям. К «оболочке» относят кожу, скелетные мышцы, органы дыхания, что температура мышечной ткани в покое и работы может колебаться в пределах 7° С. Органы имеют более высокую температуру, колебания которой невелики. «Ядро» включает внутренние органы. Температура внутренних органов зависит от интенсивности обменных процессов. Наиболее интенсивно обменные процессы происходят в печени, которая является самым «горячим» органом. Температура в тканях печени равна 38-38,5° С. Температура в мышцах составляет 37-37,5° С. Однако она может колебаться в пределах 1-2° С в зависимости от наличия в ней каловых масс, интенсивности ее слизистой и других причин. У бегунов на длинные дистанции в конце состязаний температура тела может повышаться до 39-40° С.

7.3. Теплопродукция и теплоотдача, их компенсаторные изменения

Теплопродукция - это процесс, при котором энергия, выделяющаяся в результате обмена веществ, поддерживается на постоянном уровне. Теплоотдача - это процесс, при котором энергия, выделяющаяся в результате обмена веществ, выделяется в окружающую среду. Если теплообразование равно теплоотдаче, то температура тела остается постоянной. Процесс теплообразования в организме получил название химической терморегуляции, процесс, обеспечивающий удаление тепла из организма, - физической терморегуляцией.

7.4. Химическая терморегуляция. Выработка тепла в организме происходит в основном за счет окислительных процессов, которые связаны с протеканием в тканях окислительных процессов. Определенный уровень температуры является необходимым условием нормального осуществления ферментативных процессов в тканях.

Непроизвольные сокращения мышц (дрожь) являются одной из форм повышения теплообразования. Увеличение теплообразования может происходить в мышечной ткани за счет рефлекторного повышения интенсивности обменных процессов - так называемый несовершенный мышечный термогенез. Кроме мышечной ткани в теплообразовании немалую роль играют печень и почки. При охлаждении организма продукция тепла в печеночной ткани возрастает.

7.5. Физическая терморегуляция. Этот процесс происходит за счет отдачи тепла во внешнюю среду путем конвекции, радиации (теплоизлучения) и испарения.

Конвекция заключается в непосредственной отдаче прилегающим к коже предметам или частицам среды. Отдача тепла интенсивнее, чем больше разница температур поверхности тела и окружающей воздушной среды. Чем холоднее воздух, тем сильнее он охлаждает кожу. Если же воздух теплый, то отведение тепла будет идти в противоположном направлении - вызовет повышение температуры кожи.

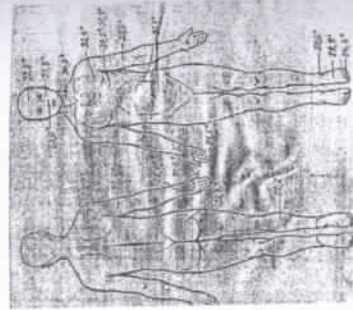
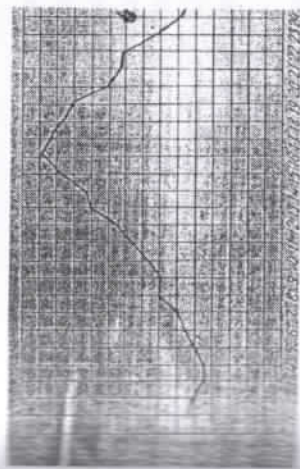


Рис. 27. Температура кожи разных участков тела



Изменение температуры тела человека в течении 24 часов

Температура увеличивается при движении воздуха, например при скорости движения воздуха 0,2 м/с температура тела не изменяется. При увеличении скорости движения воздуха до 0,5 м/с кожа охлаждается на 2°С, а при скорости 1 м/с - на 3°С.

Способность отдавать тепло во многом зависит от скорости движения окружающей среды. В воде отдача тепла происходит быстрее, чем на воздухе. Одежда уменьшает или увеличивает теплопроводность.

Важно отметить, что выделение тепла из организма происходит путем инфракрасного излучения поверхности тела. За счет радиации организм теряет основную массу тепла. Так, в состоянии покоя радиация из организма выделяется в среднем до 60% от общего количества выделяемого тепла.

Теплопроводность теплопроводения и теплоизлучения во многом зависит от температуры кожи. Хотя кожа является относительно хорошим теплоизолятором, она снабжена большим количеством кровеносных сосудов, которые могут изменять просвет кожных сосудов в зависимости от температуры окружающей среды.

При повышении температуры окружающей среды происходит расширение артериол и капилляров, что приводит к увеличению теплоотдачи. Это увеличивает теплоотдачу и теплоизлучение. При понижении температуры окружающей среды происходит сужение артериол и капилляров, что приводит к уменьшению теплоотдачи. Это уменьшает теплоотдачу и теплоизлучение.

Важно отметить, что выделение тепла из организма происходит путем инфракрасного излучения поверхности тела. За счет радиации организм теряет основную массу тепла. Так, в состоянии покоя радиация из организма выделяется в среднем до 60% от общего количества выделяемого тепла.

Теплопроводность теплопроводения и теплоизлучения во многом зависит от температуры кожи. Хотя кожа является относительно хорошим теплоизолятором, она снабжена большим количеством кровеносных сосудов, которые могут изменять просвет кожных сосудов в зависимости от температуры окружающей среды. При повышении температуры окружающей среды происходит расширение артериол и капилляров, что приводит к увеличению теплоотдачи. Это увеличивает теплоотдачу и теплоизлучение. При понижении температуры окружающей среды происходит сужение артериол и капилляров, что приводит к уменьшению теплоотдачи. Это уменьшает теплоотдачу и теплоизлучение.

Важно отметить, что выделение тепла из организма происходит путем инфракрасного излучения поверхности тела. За счет радиации организм теряет основную массу тепла. Так, в состоянии покоя радиация из организма выделяется в среднем до 60% от общего количества выделяемого тепла.

испарения воды с поверхности тела ($2/3$ влаги), а также дыхания ($1/3$ влаги). Установлено, что на испарение расходуется 2,4 кДж (0,58 ккал) энергии. Испарение поверхности тела происходит при выделении пота. Полном отсутствии видимого потоотделения через кожу в сутки до 0,3 л воды - невидимое потоотделение. Потота у человека с массой тела 75 кг может понизиться на 10°C .

В состоянии относительного покоя взрослый человек во внешнюю среду 15% тепла путем теплопроводения, посредством теплоизлучения и 19% за счет испарения воды.

При повышении температуры окружающей среды физической нагрузке потоотделение увеличивается. Способен в сутки выделить с потом до 10-15 л жидкости. В же человек теряет за сутки около 0,8 л пота, а с ним 2,4 ккал) тепла.

При дыхании человек также выделяет ежедневно воды. Энергия при этом тратится не только на испарение поверхности дыхательных путей, но и на согревание воздуха. При физической работе вентиляция легких увеличивается, а это приводит к повышению теплоотдачи.

При низкой температуре окружающей среды (15-18 $^{\circ}\text{C}$) около 90% суточной теплоотдачи происходит теплопроводения и теплоизлучения. В этих условиях потоотделения не происходит.

При температуре воздуха 18-22 $^{\circ}\text{C}$ теплоотдача теплопроводности и теплоизлучения уменьшается. Увеличивается потеря тепла организмом путем испарения поверхности кожи, главным образом в виде пота. Если температура воздуха близка температуре тела, то испарение воды становится главным способом отвода. Вследствие этого при большой влажности воздуха, когда воды затруднено, жара переносится тяжело, может возникнуть перегревание тела и развиваться тепловой удар.

У человека большую роль в теплоотдаче играет испарение. Проницаемая для паров воды одежда препятствует испарению, что может служить причиной перегревания человека.

В жарких странах, при длительных походах, в горах

происходит большое количество жидкости с потом. При этом человек испытывает жажду, которое не утоляется приемом воды. Это связано с тем, что с потом теряется большое количество электролитов. Если добавить к питьевой воде соль, то человек почувствует и самочувствие людей улучшится.

В организме, в поддержании постоянства температуры тела участвуют механизмы физической и химической регуляции.

7.6. Центры регуляции теплообмена

Организм должен обеспечивать постоянство температуры тела в покое и при комфортной температуре (18 - 22 $^{\circ}\text{C}$), но и при больших нагрузках, а так же при изменении температуры окружающей среды. Для этого организм человека располагает механизмами физиологическими механизмами, регулирующими теплообмен.

Регуляция осуществляется рефлекторно. Колебания температуры окружающей среды воспринимаются особыми рецепторами, называемыми терморецепторами. В основном терморецепторы располагаются в коже, в слизистой оболочке рта верхних дыхательных путях. Обнаружены также рецепторы во внутренних органах, венах, а также в структурах центральной нервной системы.

В коже рецепторы температуры расположены в дерме. Их больше всего на коже лица, меньше на коже конечностей. Общее количество холодовых рецепторов в коже достигает 250 тыс. тепловых - около 30 тыс. Рецепторы кожи очень чувствительны к колебаниям температуры окружающей среды. Они возбуждаются при изменении температуры среды на 0,007 $^{\circ}\text{C}$ и понижении - на 0,001 $^{\circ}\text{C}$. Нервные импульсы, возникающие в терморецепторах, по нервным волокнам поступают в спинной мозг. По другим путям они достигают зрительных бугров, а от них - таламическую область и к коре большого мозга. В таламической области ощущается тепло или холода.

В коре головного мозга не только проводником нервных импульсов, но и терморецепторов к головному мозгу, но и от него к мышцам, сосудам, потовым железам. В спинном мозге находятся центры некоторых терморегуляторных рефлексов.

Однако одних спинальных терморегуляторных механизмов недостаточно для обеспечения постоянства температуры тела.

Гипоталамус является основным рефлекторным центром терморегуляции. Нейроны гипоталамуса возбуждаются влиянием нервных импульсов, поступающих от терморецепторов. В гипоталамусе обнаружены собственные термочувствительные элементы, которые реагируют на изменение температуры (реактируют на изменение температуры на сотые доли градуса).

При разрушении гипоталамической области головного мозга животные теряют способность поддерживать постоянную температуру тела и становятся пойкилотермными. Установлено, что передние отделы гипоталамуса контролируют физиологическую терморегуляцию (за счет изменения кровеносных сосудов и интенсивности потоотделения), являясь центром теплоотдачи. При их разрушении животные хорошо переносят холод, но быстро перегреваются при нагревании. Задние отделы гипоталамуса контролируют химическую терморегуляцию и являютя центром теплообразования. При их разрушении животные не переносят холода, так как не происходит компенсаторного теплообразования.

Важная роль в регуляции температуры тела принадлежит большому мозгу. В лаборатории К.М.Быкова в опытах на собаках установлена возможность условно-рефлекторных механизмов теплоотдачи и теплопродукции.

Эфферентными нервами центра терморегуляции являются главным образом симпатические волокна. Если разрезать симпатическую нервную систему (десимпатизируют), то раздражение центров тепло регуляции гипоталамуса не вызывает изменения температуры тела.

В регуляции теплообмена участвует и гормональный механизм. В частности гормоны щитовидной железы и надпочечников. Гормон щитовидной железы - тироксин, повышая обмен веществ, увеличивает теплообразование. Поступление в кровь возрастает при охлаждении организма надпочечников - адреналин - усиливает окислительные процессы, увеличивая тем самым теплообразование. Кроме того, при снижении адреналина происходит сужение сосудов, в результате чего уменьшается теплоотдача.

Существуют также и другие механизмы, которые обеспечивают приспособление организма к пониженной температуре окружающей среды. При понижении температуры окружающей среды рефлекторно возбуждается гипоталамус. Повышение температуры стимулирует гипотизм, результатом чего является усиление выделения тиростропина и кортикоостропина, что повышает активность щитовидной железы и надпочечников.

Важную роль в регуляции температуры тела играют защитные механизмы. При охлаждении включаются защитные механизмы организма, повышающие обмен веществ, теплообразование и уменьшающие теплоотдачу.

Особенности терморегуляции. У детей первого года жизни наблюдается несовершенство механизмов терморегуляции (недостаточное развитие нервной системы; кожа тонкая, плохая способность ограничить теплоотдачу при понижении температуры окружающей среды; теплопродукция по отношению к площади тела в первые 2 мес жизни ребенка меньше, чем у взрослых). Вследствие этого при понижении температуры окружающей среды ниже 15°C возникает переохлаждение детского организма.

На первом году жизни происходит уменьшение отдачи тепла с помощью теплопроводности и теплоизлучения и увеличение теплопродукции. Однако до 2 лет дети остаются несовершенными (повышается температура тела после еды, при понижении температуры окружающей среды). У детей от 3 до 10 лет уже сформировались механизмы терморегуляции, но их эффективность продолжает сохраняться.

В период половом созревании происходит усиленный рост организма (период полового созревания), когда происходит нейрогормональная регуляция функций, усиливается теплопродукция, терморегуляционных механизмов.

В зрелом возрасте наблюдается снижение образования тепла с помощью теплопроводности со зрелым возрастом.

Процесс закаливания организма. Во все периоды жизни организма необходимо закаливание. Под закаливанием понимают процесс приспособления организма к неблагоприятным условиям внешней среды и в первую очередь к охлаждению. Закаливание достигается путем использования естественных факторов - солнца, воздуха и воды. Они действуют на организм комплексно, расширяя и сосуды кожи человека, повышают активность

нервной системы и способствуют усилению обмена веществ. При постоянном воздействии природных факторов происходит привыкание к ним организма. Закаливание организма можно проводить при соблюдении следующих основных условий: а) систематическое применение естественных факторов; б) постепенное увеличение длительности и силы их воздействия (закаливание начинать с использования теплой воды, постепенно снижать ее температуру и увеличивать время проведения процедур); в) закаливание с применением контрастных температур раздражителей (теплая - холодная вода); г) индивидуальный подход к закаливанию.

Применение природных факторов закаливания необходимо сочетать с занятиями физической культурой и спортом. Спорт способствует закаливанию утренней гимнастика на свежем воздухе или в комнате при открытой форточке с обязательным обливанием значительной части тела и последующими водными процедурами (обливание, душ). Закаливание является наиболее эффективным средством оздоровления людей.

Регуляция обмена веществ и энергии

Впервые участие нервной системы в регуляции энергетических и тепловых процессов в организме было показано в опытах Клода Бернара и И.П.Павлова. В середине прошлого столетия Клод Бернар, произведя укол иглой в дно IV желудочка продолговатого мозга кролика, обнаружил резкое повышение уровня сахара в крови и появление его в моче. Этот опытный называние «сахарный укол». Впоследствии было показано, что «сахарный укол» нарушает не только углеводный, но и другие виды обмена. Под влиянием этого вмешательства у кролика понижается температура печени, мышц, кишечника, повышается интенсивность белкового обмена, что сопровождается увеличением выделения азота, с мочой.

И.П.Павлов в опытах на животных показал, что при раздражении усиливающего нерва происходит повышение работоспособности сердца. Он высказал предположение, что это связано с трофическим влиянием нервной системы на сердце и сосудов в сердечной мышце. В настоящее время эти предположения подтверждены экспериментально. В частности, установлено, что при раздражении усиливающего нерва в сердечной

нервной системы количество сократительных белков и повышается. Было также показано, что раздражение симпатических нервов усиливает распад гликогена в печени, а парасимпатических - его образование.

В организме была установлена возможность условно-рефлекторного изменения уровня обмена веществ. Если раздражителем служит прием человеком сахара с одновременным приемом инсулина, то через некоторое время изолированное введение инсулина приводит к повышению содержания сахара в крови. Условнорефлекторные изменения обмена веществ и энергии наблюдаются у человека в предстартовых и предбрачных состояниях.

В организме до начала соревнования, а у рабочего перед началом работы происходит повышение обмена веществ, температуры тела, усиливается потребление кислорода и выделение углекислого газа. Это вызвано условнорефлекторными изменениями обмена веществ энергетических и тепловых процессов у людей на раздражитель.

Нервной системы на обменные и энергетические процессы в организме осуществляется несколькими путями: через непосредственное влияние нервной системы (через нервы, дифферентные нервы) на ткани и органы;

через опосредованное влияние нервной системы через трофические нервы (ганглии) и периферические железы внутренней секреции; через влияние нервной системы (гипоталамус) на деятельность желез внутренней секреции и через них на обменные процессы в тканях и органах.

Важным отделом центральной нервной системы, который регулирует все виды обменных и энергетических процессов, является гипоталамус. В гипоталамусе обнаружены группы ядер, которые регулируют обмен углеводов, жиров, белков, воды и электролитов, а также обмен тепла и потребление пищи.

давления в организме, постоянство реакции крови, осмотическую, секреторную и экскреторную функции, постоянное участие в поддержании постоянства состава внутренней среды организма (гомеостаза).

Строение почек. Для того чтобы яснее представить себе функцию почек, необходимо познакомиться с их строением, функциональная активность органа тесно связана с его структурными особенностями. Почки располагаются по бокам от позвоночника на уровне поясничного отдела. На внутренней стороне имеется углубление, в котором находится сосудистый ствол, соединяющий почку с кровеносной системой. Почки окружены соединительнотканной капсулой. Размеры почки у человека около 11х5 см, масса в среднем равна 200-250 г.

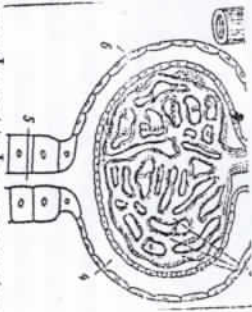


Схема строения почечного тельца. 1 - приносящий артериальный сосуд; 2 - капилляры клубочка; 3 - приносящий артериальный сосуд; 4 - почечная капсула; 5 - извитой каналец; 6 - капсула.

На продольном разрезе почки различают 2 слоя: кору (темно-красный) и мозговую - более светлую.

При микроскопическом изучении структуры почки видно, что она состоит из большого количества мелких образований, так называемых нефронов. Каждый нефрон представляет собой функциональную единицу почки. Количество нефронов варьирует в зависимости от вида животного. У человека общее число нефронов в почке достигает в среднем 1 млн.

Нефрон представляет собой длинный каналец, начинающийся в виде двухстенной чаши, окружающей артериальный клубочек, а конечный впадает в собирательную трубку.

В нефроне выделяют следующие отделы: 1) почечное тельце, состоящее из приносящего артериального сосуда, клубочка и извитого канальца; 2) собирательная трубка.

почечного тельца) тельце состоит из сосудистого клубочка и извитого канальца. Клубочек окружен капсулой (Шумлянского - капсула).

Извитой каналец включает извитую (извитую) часть канальца (рис. 28). Каналец извитой (извитой) части канальца (рис. 28). Каналец извитой (извитой) части канальца (рис. 28). Каналец извитой (извитой) части канальца (рис. 28).

Извитой каналец включает извитую (извитую) часть канальца (рис. 28). Каналец извитой (извитой) части канальца (рис. 28). Каналец извитой (извитой) части канальца (рис. 28). Каналец извитой (извитой) части канальца (рис. 28).

Извитой каналец включает извитую (извитую) часть канальца (рис. 28). Каналец извитой (извитой) части канальца (рис. 28). Каналец извитой (извитой) части канальца (рис. 28). Каналец извитой (извитой) части канальца (рис. 28).

Извитой каналец включает извитую (извитую) часть канальца (рис. 28). Каналец извитой (извитой) части канальца (рис. 28). Каналец извитой (извитой) части канальца (рис. 28). Каналец извитой (извитой) части канальца (рис. 28).

Извитой каналец включает извитую (извитую) часть канальца (рис. 28). Каналец извитой (извитой) части канальца (рис. 28). Каналец извитой (извитой) части канальца (рис. 28). Каналец извитой (извитой) части канальца (рис. 28).

Извитой каналец включает извитую (извитую) часть канальца (рис. 28). Каналец извитой (извитой) части канальца (рис. 28). Каналец извитой (извитой) части канальца (рис. 28). Каналец извитой (извитой) части канальца (рис. 28).

Лимфатические сосуды почек сопровождают кровеносные сосуды, образуя у ворот почки сплетение, окружающее артерию и вену.

Иннервация почек. Почки хорошо иннервированы. Иннервация почек (эфферентные волокна) осуществляется преимущественно за счет симпатических нервов (чревный и поясничный ганглии). Парасимпатическая иннервация почек (блуждающий нерв) выражена незначительно. В почках обнаружен ренин-ангиотензиновый аппарат, от которого отходят афферентные (чувствительные) волокна, идущие главным образом в составе симпатического нерва. Большое количество рецепторов и нервных волокон обнаружено в капсуле, окружающей почки.

В последнее время изучение иннервации почек привлекло особое внимание в связи с проблемой их пересадки.

Юктагломерулярный комплекс. Юктагломерулярный комплекс (ЮК) около клубочковый, комплекс состоит в основном из клеток миоэпителиальных клеток, располагающихся главным образом вокруг приносящей артериолы клубочка и секреторных биологически активного вещества - ренина.

Юктагломерулярный комплекс участвует в регуляции солевого обмена и поддержании постоянства артериального давления.

Секреция ренина находится в обратной зависимости от количества крови, притекающей по приносящей артериоле к клубочку. При уменьшении притока крови к клубочку количество натрия в первичной моче. При уменьшении притока крови к почкам крови и снижении в ней содержания натрия выделение ренина и его активность возрастают.

При некоторых заболеваниях почек увеличивается выделение ренина, что может привести к стойкому повышению артериального давления и нарушению водно-солевого баланса в организме.

8.3. МЕХАНИЗМЫ МОЧЕОБРАЗОВАНИЯ

Моча образуется из плазмы крови, протекающей через клубочковую капсулу, являясь сложным продуктом деятельности нефронов.

В настоящее время мочеобразование рассматривают как сложный процесс, состоящий из двух этапов: фильтрации (ультрафильтрация) и реабсорбции (обратное всасывание).

Клубочковая ультрафильтрация. В капиллярах

клубочка происходит фильтрация из плазмы крови воды со растворенными в ней неорганическими и органическими веществами, имеющими низкую молекулярную массу. Эта фильтрация происходит в капсулу почечного клубочка, а оттуда - в мочеточник. По химическому составу она сходна с плазмой крови, но в ней не содержится белков. Образующийся клубочковый ультрафильтрат называют первичной мочой.

В 1917 г. американским ученым Ричардсом в опытах на собаках было получено прямое доказательство клубочковой фильтрации. Он использовал в своей работе микрофизиологические препараты. У лягушек, морских свинок и крыс Ричардс вводил в почку и под микроскопом в одну из капсул вводил раствор микропипетку, при помощи которой собирал ультрафильтрат. Анализ состава этой жидкости показал, что он сходен с плазмой крови, но в нем отсутствуют белки (за исключением белков в плазме крови и первичной моче совершенно отсутствуют).

Изучение ультрафильтрации способствует высокому давлению крови в приносящей артериоле клубочка шире выносящей. Однако в капиллярах клубочков давление не поддается измерению. Более высокое гидростатическое давление в капиллярах клубочка по сравнению с давлением в капиллярах других органов связано с тем, что почечная артерия отходит от аорты раньше, чем артерия, питающая другие органы. Однако в приносящей артериоле клубочка давление не поддается измерению. Белки крови удерживаются в крови и тем самым способствуют фильтрации мочи. Давление, создаваемое белками крови (онкотическое давление), равно 3,33-4,00 кПа (25-30 мм рт. ст.). Кроме того, сила фильтрации уменьшается также и на сопротивление жидкости, находящейся в полости капсулы клубочка, составляющего 1,33-2,00 кПа (10-15 мм рт. ст.).

Таким образом, давление, под влиянием которого происходит фильтрация первичной мочи, равно разности между давлением крови в капиллярах клубочков, с одной стороны, и суммой давления белков плазмы крови и давления жидкости, находящейся в полости капсулы, - с другой. Следовательно, осмотическое давление крови равно $9,33 - (3,33 + 2,00) = 4,00$ кПа (30 мм рт. ст.). Фильтрация мочи прекращается, если осмотическое давление крови ниже 4,0 кПа (критическая величина).

Изменение просвета приносящего и выносящего сосудов обуславливает или увеличение фильтрации (сужение выносящего сосуда), или ее снижение (сужение приносящего сосуда). Величину фильтрации влияет также изменение проницаемости мембраны, через которую происходит фильтрация. Мембрана включает эндотелий капилляров клубочка, основную (базальную) мембрану и клетки внутреннего слоя капсулы почечного клубочка.

Канальцевая реабсорбция. В почечных канальцах происходит обратное всасывание (реабсорбция) из первичной мочи воды, глюкозы, части солей и небольшого количества мочевины. Образуется конечная, или вторичная моча, которая по составу резко отличается от первичной. В ней нет глюкозы, аминокислот, некоторых солей и резко повышена концентрация мочевины.

За сутки в почках образуется 150-180 л первичной мочи. Благодаря обратному всасыванию в канальцах воды и растворенных в ней веществ за сутки почками выделяется всего 1,5 л конечной мочи.

Обратное всасывание может происходить активно и пассивно. Активная реабсорбция осуществляется благодаря деятельности эпителиальных почечных канальцев при участии специальных ферментных систем с затратой энергии. Активно реабсорбируются глюкоза, аминокислоты, фосфаты, соли и др. Эти вещества полностью всасываются в канальцах и в моче отсутствуют. За счет активной реабсорбции ионов натрия обратное всасывание веществ из мочи в кровь даже в том случае, когда их концентрация в крови равна концентрации в моче канальцев или выше.

Пассивная реабсорбция происходит без затраты энергии за счет диффузии и осмоса. Большая роль в этом процессе принадлежит осмотическому и гидростатическому давлению в канальцах. За счет пассивной реабсорбции осуществляется обратное всасывание воды, хлоридов, мочевины. Уменьшение количества веществ, проходящих через стенку канальцев только тогда, когда концентрация их в просвете достигает определенной величины. Пассивной реабсорбции подвергаются вещества, которые выводятся из организма. Они всегда встречаются в моче. Среди них наибольшее значение имеет конечный продукт азотистого обмена - мочевины, которая реабсорбируется

клеточном количестве.

Обратное всасывание веществ из мочи в кровь в различных отделах нефрона неодинаково. Так, в проксимальном отделе активно всасываются глюкоза, ионы натрия и калия, в дистальном отделе - ионы натрия, калия и других веществ.

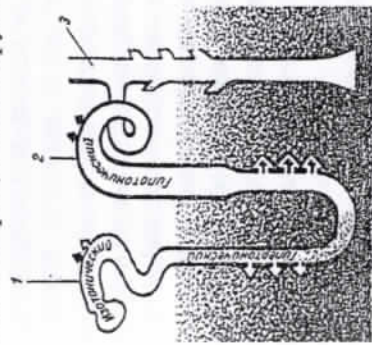


Рис. 18. Схема работы поперечно-протоканальной системы (по Кассу и Тейлору). Затемненный фон показывает величину концентрации мочи и тканевой жидкости. Белые стрелки - всасывание воды; черные стрелки - ионов натрия; 1 - извитой каналец, переходящий в проксимальный отдел петли; 2 - петля нефрона, выходящий из дистального отдела петли; 3 - собирательная трубка.

На протяжении всего канальца всасывается вода, причем в дистальной его части в 2 раза больше, чем в проксимальной. Это место в механизме реабсорбции воды и ионов натрия имеет петля нефрона за счет так называемой поворотной системы. Рассмотрим ее сущность. Петля нефрона имеет 3 колена: нисходящее и восходящее. Эпителий нисходящего колена пропускает воду, а эпителий восходящего колена - ионов натрия. В петле нефрона происходит активное всасывание ионов натрия и воды, что приводит к тому, что в петле нефрона создается осмотическое давление, которое способствует всасыванию воды и ионов натрия.

Петля нефрона через нисходящий отдел петли нефрона, моча отдают в собирательную трубку, становится более концентрированной. Отдача мочи в собирательную трубку происходит одновременно в проксимальном отделе осуществляется активная реабсорбция ионов натрия. Наступает в тканевую жидкость, ионы натрия повышают в

ней осмотическое давление и тем самым способствует притягиванию в тканевую жидкость воды из нисходящего изгиба. В свою очередь повышение концентрации мочи в петле нефрона за счет обратного всасывания воды облегчает переход ионов натрия из мочи в тканевую жидкость. Таким образом, в петле нефрона происходит обратное всасывание больших количеств воды и натрия.

В дистальных извитых канальцах осуществляется дальнейшее всасывание ионов натрия, калия, воды и других веществ. Изгиб от проксимальных извитых канальцев и петли нефрона реабсорбция ионов натрия и калия не зависит от их концентрации (обязательная реабсорбция), величина обратного тока ионов указанных ионов в дистальных канальцах изменчива и зависит от их уровня в крови (факультативная реабсорбция). Следующие дистальные отделы извитых канальцев регулируют и поддерживают постоянство концентрации ионов натрия и калия в организме.

Канальцевая секреция. Кроме реабсорбции в канальцах осуществляется процесс секреции. При участии специализированных ферментных систем происходит активный транспорт некоторых веществ из крови в просвет канальцев. Из продуктов обмена активная секреция подвергается процессу реабсорбции и парааминогиппуровая кислота. Этот процесс наиболее выражен при введении в организм чужеродных ему веществ.

Таким образом, в почечных канальцах, особенно в проксимальных сегментах, функционируют системы активного транспорта. В зависимости от состояния организма эти системы могут менять направление активного переноса веществ, обеспечивая или их секрецию (выделение), или обратное всасывание.

Кроме осуществления фильтрации, реабсорбции и секреции клетки почечных канальцев способны синтезировать некоторые вещества из различных органических и неорганических соединений. Так, в клетках почечных канальцев синтезируется глутаминовая кислота (из бензойной кислоты и гликокола), аммиак и дезаминирование некоторых аминокислот). Синтетическая активность канальцев осуществляется также при участии ферментов систем.

Функция собирательных трубок. В собирательных трубках происходит обратное всасывание в канальцах почек.

дальнейшее всасывание воды. Это связано с тем, что собирательные трубки проходят через мозговую слои почки, в которой тканевая жидкость имеет высокое осмотическое давление и поэтому притягивает к себе воду.

Таким образом, мочеобразование - сложный процесс, в котором участвуют все звенья фильтрации и реабсорбции. Большая роль принадлежит процессам активной секреции и синтеза. Если процесс фильтрации протекает в основном за счет артериального давления, то в конечном итоге за счет функционирования сердечно-сосудистой системы, то процессы реабсорбции, секреции и синтеза являются результатом активности деятельности клеток канальцев и требуют затрат энергии. С этим связана большая потребность в кислороде. Они используют кислород в 6-7 раз больше, чем клетки печени (на единицу массы).

8.4. Регуляция деятельности почек

Нервная регуляция. В настоящее время установлено, что нервная система регулирует не только процессы фильтрации, но и реабсорбции.

Важнейшие нервы, иннервирующие почки, в основном являются сосудосуживающими. При их раздражении уменьшается количество воды и увеличивается выделение натрия с мочой. Это связано с тем, что количество притекающей к почкам крови уменьшается, давление в клубочках падает, а следовательно, уменьшается и фильтрация первичной мочи. Перерезка симпатического нерва, иннервирующего почки, приводит к значительному отделению мочи. Однако при возбуждении симпатической нервной системы фильтрация мочи может и уменьшиться, если суживаются выносящие артериолы клубочков.

При сильных раздражениях рефлекторно уменьшается диурез за счет полного его прекращения (болевая анурия). Сужение почечных сосудов в этом случае происходит в результате возбуждения симпатической нервной системы и увеличения выработки гормона вазопрессина, обладающего сосудосуживающим действием. Влияние парасимпатических нервов на деятельность почек изучено недостаточно, что раздражение этих нервов приводит к выделению с мочой хлоридов за счет уменьшения их обратного всасывания в канальцах почек.

В лаборатории К.М.Быкова путем выработки условных рефлексов было показано выраженное влияние высших отделов центральной нервной системы на работу почек. Установлено, что кора большого мозга вызывает изменения в работе почек непосредственно через вегетативные нервы, или через надпочечники. В ядрах гипоталамуса (надпочечниковый отдел гипоталамуса) образуются антидиуретический гормон (вазопрессин). Этот гормон накапливается в задней доле гипофиза. В зависимости от состояния внутренней среды организма его гипофиза поступает больше или меньше этого гормона в регулирующий образование мочи. В этом проявляется связь нервной и гуморальной регуляции деятельности почек.

Гуморальная регуляция. Осуществляется главным образом счет гормонов - вазопрессина и альдостерона.

Вазопрессин увеличивает проницаемость стенки дистальных канальцев и собирающих трубок для воды и тем самым способствует ее обратному всасыванию, что приводит к уменьшению мочеотделения и повышению осмотического давления мочи. При избытке вазопрессина может наступить полное прекращение мочеобразования. Недостаток гормона вызывает развитие тяжелого заболевания. Недостаток гормона крови вызывает развитие тяжелого заболевания - несахарного диабета, или несахарного мочеизнурения. При этом заболевании выделяется большое количество светлой мочи с низкой относительной плотностью, в которой отсутствует сахар.

Альдостерон (гормон коркового вещества надпочечников) способствует реабсорбции ионов натрия и выведению ионов калия в дистальных отделах канальцев. Гормон тормозит обратное всасывание кальция и магния в проксимальных отделах канальцев.

8.5. КОЛИЧЕСТВО, СОСТАВ И СВОЙСТВА МОЧИ

За сутки человек выделяет в среднем около 1,5 л мочи. Это количество непостоянно. Так, например, диурез увеличивается после обильного питья, потребления белка, продуктов, богатых калием, стимулируют мочеобразование. Небольшое количество воды, при усиленном потоотделении.

Интенсивность мочеобразования колеблется в течение суток. Днем мочи образуется больше, чем ночью. Уменьшение мочеобразования ночью связано с понижением деятельности

в течение дня, с некоторым падением величины относительной плотности. Ночная моча темнее и более концентрированная.

Физическая нагрузка оказывает выраженное влияние на образование мочи. При длительной работе уменьшается диурез. Это объясняется тем, что при повышенной физической активности в большом количестве притекает к работающим мышцам, что уменьшает кровоснабжение почек и снижается образование мочи. Одновременно физическая нагрузка обычно вызывает усиленным потоотделением, что также способствует уменьшению диуреза.

Моча - прозрачная жидкость светло-желтого цвета. При стоянии в моче выпадает осадок, который состоит из солей и органических веществ.

Реакция. Реакция мочи здорового человека преимущественно кислая, pH ее колеблется от 5,0 до 7,0. Реакция мочи может изменяться в зависимости от состава пищевых продуктов. При смешанной пище (животного и растительного происхождения) моча человека имеет слабокислую реакцию. При преимущественно мясной пище и другими продуктами, богатыми белками, реакция мочи становится кислой; растительная пища способствует переходу реакции мочи в нейтральную или щелочную.

Плотность. Плотность мочи равна в среднем 1,010. Она зависит от количества принятой жидкости.

Почки являются основным органом выведения из организма продуктов распада белка: мочевины, мочевой кислоты, пуриновых оснований, креатинина, индикана.

В нормальной моче белок отсутствует или определяется в очень малых количествах (не более 0,03%). Появление белка в моче (протеинурия) свидетельствует обычно о заболеваниях почек. В некоторых случаях, например, во время напряженной физической работы (бег на большие дистанции), белок может появляться в моче здорового человека вследствие временного повышения проницаемости мембраны сосудистого клубочка почек.

В моче здорового человека в небольшом количестве присутствуют органические соединения: соли щавелевой кислоты, поступающие в организм с пищей, особенно растительной; молочная кислота, образующаяся после мышечной деятельности; кетоновые тела,

образующиеся при превращении в организме жиров в сахар. Глюкоза появляется в моче лишь в тех случаях, когда содержание в крови резко увеличено (гипергликемия). Наличие сахара с мочой называется глюкозурией.

Появление эритроцитов в моче (гематурия) наблюдается при заболеваниях почек и мочевыводящих органов.

В моче здорового человека и животных содержатся пигменты, которые определяют ее желтый цвет. Пигменты образуются из билирубина желчи в кишечнике, выделяются ими.

С мочой выводится большое количество неорганических веществ - около 15-25 г в сутки. Из организма экскретируются натрий, хлорид калия, сульфаты и фосфаты. От них также зависит кислая реакция мочи.

8.6. Выведение мочи.

Конечная моча поступает из канальцев в лоханку и из лоханки в мочеточник. Передвижение мочи по мочеточникам в пузырь осуществляется под влиянием силы тяжести, а также перистальтических движений мочеточников. Мочеточник, входя в мочевой пузырь, образует у его основания сфинктер, препятствующий обратному поступлению мочи в мочеточник. Моча скапливается в мочевом пузыре периодически выводится из организма при мочеиспускании. В мочевом пузыре имеются так называемые сфинктеры жомы (кольцеобразные мышечные пучки). Они плотно закрывают выход из мочевого пузыря. Первый из сфинктеров - сфинктер мочеиспускательного канала - расположен ниже первого и закрывает мочеиспускательный канал.

Мочевой пузырь иннервируется парасимпатическими (тазовыми) и симпатическими нервными окончаниями (подчревными). Возбуждение симпатических нервов приводит к усилению перистальтики мочеточников, расслаблению мышечной стенки мочевого пузыря и повышению тонуса сфинктеров. Таким образом, возбуждение симпатических способствует накоплению мочи в пузыре. При возбуждении парасимпатических волокон стенка мочевого пузыря сокращается, сфинктеры расслабляются и моча изгоняется из пузыря.

Моча непрерывно поступает в мочевой пузырь, что

повышает давление в нем. Увеличение давления в мочевом пузыре до 1,177-1,471 Па (12-15 см водного столба) вызывает рефлекторное мочеиспускание. После мочеиспускания давление в пузыре понижается почти до 0.

Мочеиспускание - сложный рефлекторный акт, заключающийся в одновременном сокращении стенок мочевого пузыря и расслаблении его сфинктеров. В результате этого моча изгоняется из мочевого пузыря.

Повышение давления в мочевом пузыре приводит к рефлекторному сокращению мочеточников этого органа. Афферентные импульсы поступают в спинной мозг к центру мочеиспускания (II - крестцового отдела). От центра по эфферентным нервам тазовым нервам импульсы идут к мышце мочевого пузыря и его сфинктеру. Происходит рефлекторное сокращение мышечной стенки и расслабление сфинктера. Импульсы от центра мочеиспускания возбуждают передачу в спинной мозг, где возникает ощущение позыва к мочеиспусканию. Импульсы от коры большого мозга через спинной мозг поступают к сфинктеру мочеиспускательного канала, вызывая мочеиспускание. Влияние коры большого мозга на мочеиспускание проявляется в его задержке, когда он даже произвольным вызыванием. У детей раннего возраста корковый контроль задержки мочеиспускания отсутствует. Он вырабатывается постепенно с возрастом.

8.7. Кожа и ее выделительная функция

В коже желез. Потоотделение. Потовые железы заложены в эпидермисе и по поверхности тела распространены. Больше всего обнаружено потовых желез на ладонях и в подмышечных впадинах. Они имеют форму спиральной трубки, состоящей из секреторной и выводной частей. Они выделяют пот, состоящий из воды, солей и органических веществ.

Потовые железы выполняют несколько функций: выделяют продукты обмена веществ (мочевина, мочевая кислота, креатинин и др.), участвуют в процессах терморегуляции организма, увеличивая потовую секрецию при повышении температуры тела. Пот содержит 98% воды и 2% плотного вещества. В состав пота входят неорганические (хлорид натрия и калия) и органические (мочевина, мочевая кислота,

креатинин, летучие жирные кислоты и др.) вещества. У больных сахарным диабетом с потом может выделяться глюкоза. Кислота пота кислая (рН 3,8-6,2), плотность его равна 1,001 -1,006.

У человека образование пота происходит непрерывно, выделяется около 0,5-0,6 л. Человек обычно не замечает выделения пота, так как он немедленно испаряется.

Интенсивность потоотделения непостоянна и зависит от температуры окружающей среды и характера работы. При температуре окружающей среды или при физической работе потоотделение усиливается и пот, не успевая испаряться, стекает каплями. Усиленное потоотделение наблюдается в стрессовых ситуациях (гнев, страх), сильных болях, употреблении горячих напитков. Если в организме мало воды, уменьшается потоотделение.

Потовые железы до некоторой степени способны компенсировать выделительную функцию почек в тех случаях, когда уменьшается количество мочи, выделяемой почками. При этом потоотделение увеличивается в 2-3 раза, в составе пота повышается содержание мочевины.

Потоотделение представляет собой рефлекторный процесс, регулируется нервной системой. Секреторными нервными окончаниями являются симпатические нервы. Потовые железы являются частью вегетативной нервной системы. Вегетативная нервная система иннервируется от определенных сегментов спинного мозга. Кроме спинномозговых центров потоотделения, существуют центры потоотделения в продолговатом мозге, который в свою очередь регулируется высшими физическими свойствами (температура, консолидация); 4) режимом питания. Длительное питание назначают в индивидуальном порядке.

Специфическое динамическое действие пищи

Изодинамия

Повышение энергетического обмена при приеме пищи называется специфическим динамическим действием пищи. Оно заключается в том, что белки, углеводы и жиры увеличивают энергетический обмен организма на 5-88%. Наибольшее повышение энергетического обмена наблюдается при смешанном характере пищи. Специфическое динамическое действие оказывают также чай, кофе, вызывающие небольшое, но довольно продолжительное усиление основного обмена веществ.

Считают, что в основе механизма специфического

действия пищи лежит непосредственное действие на клетки продуктов распада пищи, обмена веществ и функциональной деятельности желудочно-кишечного тракта. Усиливается рефлекторный механизм специфического действия пищи. Так, при «мнимом кормлении» с басовской фистулой и эзофаготомией специфическое действие пищи продолжается в течение 8-9 ч.

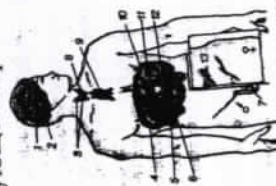
Потоотделение является процессом, в котором участвуют все органы и ткани организма. Отдельные пищевые вещества выделяют энергию для организма. Отдельные пищевые вещества выделяют друг друга в количествах, соответствующих их энергетической ценности. Эта способность называется специфическим динамическим действием. Значение отдельных пищевых веществ определяется их энергетической ценностью, но и качеством их

9.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕЛЕЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

Все железы организма принято делить на две группы. К первой группе относятся железы, имеющие выводные протоки, выполняющие внешнесекреторную функцию. Эти железы получили название экзокринных. Ко второй группе относятся железы, не имеющие выводных протоков и выделяющие секрет непосредственно в межклеточные щели. Из межклеточной щели секрет попадает в кровь лимфы или цереброспинальную жидкость. Такие железы получили название эндокринных желез внутренней секреции.

Продукты деятельности желез внутренней секреции называются гормонами.

Термин «гормон» (от *hormao* - двигать, возбуждать), был предложен английскими физиологами Робертом Гартли и Старлингом в 1905 г. Они выделили из слизистой двенадцатиперстной кишки специфическое вещество, стимулирующее образование поджелудочного сока.



Расположение желез

внутренней секреции в теле человека: 1-эпифиз; 2-гипофиз; 3-околощитовидная железа; 4-печень; 5-двенадцатиперстная кишка; 6-корковые вещества почек; 7-семенники; 8-щитовидная железа; 9-тимус и зубная железа; 10-желудок; 11-надпочечники; 12-поджелудочная железа

Гормоны вырабатываются в эндокринных железах двух типов: железах со смешанной функцией, осуществляющих наряду с секреторной и внешнюю секрецию (половые железы - гонады и щитовидная железа); 2) железах, выполняющих только, секрет органов внутренней секреции (гипофиз, шишковидное тело, эпифиз, щитовидная, околощитовидные железы, железы гипофиза и надпочечники).

Гормоны химические соединения, обладающие высокой биологической активностью и в малых количествах дающие физиологический эффект.

По химической природе гормоны делят на три группы: 1) липиды и белки; 2) аминокислоты и их производные; 3) гормоны, производимые в крови в свободном и в связанном состоянии с белками. В связи с белками гормоны, как правило, имеют неактивную форму.

Гормоны участвуют в регуляции функций органов, и систем организма двумя основными механизмами. Гормоны могут оказывать влияние через нервную систему, а также непосредственно воздействуя на активность органов, тканей.

Биологическая роль желез внутренней секреции

Гормоны участвуют в регуляции функций организма. В организме имеются два механизма регуляции - нервный и гуморальный, механизм тесно связан между собой и образует единую нейроэндокринную регуляцию.

Гормоны приспособливают организм к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды организма. Например, гормоны (повышенное содержание глюкозы в крови) стимулируют инсулина поджелудочной железы, это приводит к снижению уровня глюкозы в крови.

Гормоны восстанавливают измененное равновесие в организме. Например, при понижении уровня сахара (гипогликемия) из мозгового слоя надпочечников выделяется большое количество адреналина, который усиливает высвобождение гликогена в глюкозу) в печени, в результате повышается уровень глюкозы в крови.

Таким образом, основная роль гормонов в организме проявляется в их влиянии на морфогенез (рост и развитие тканей), обменные процессы и гомеостаз, то есть сохранение постоянства среды внутренней среды организма.

Судьба гормонов. Гормоны в процессе обмена инактивируются клетками организма. Кроме того, часть гормонов утилизируется клетками организма, другая выводится в мочу. Гормоны подвергаются инактивации за счет соединения с белками, образования соединений с глюкокуроновой кислотой, счет активности ферментов печени, процессов окисления.

Методы изучения функций желез внутренней секреции. Существуют клинические, анатомо-гистологические, экспериментальные методы исследования активности желез.

Экспериментальные методы включают: удаление (удаление) желез; трансплантацию (пересадку) желез; введение с последующей трансплантацией удаленной железы; удаление железы из организма животных гормонами;



Строение гипофиза человека: 1-аденогипофиз; 2-туберальная часть; 3-нейрогипофиз (задняя доля гипофиза); 4-промежуточная доля

9.2. ГИПОФИЗ

Гипофиз — это железу эндокринных желез гипофиз занимает особое место. О гипофизе говорят как о «центральной» железе эндокринной системы. Это связано с тем, что гипофиз за счет своих гормонов регулирует деятельность других желез — периферических желез.

Гипофиз расположен в турецком седле клиновидной кости. Он связан с основанием мозга.

Гипофиз состоит из аденогипофиза, куда включается передняя доля гипофиза, и нейрогипофиза, состоящего из задней доли гипофиза, и нейрогипофиза, состоящего из задней доли гипофиза. Аденогипофиз имеет эпителиальное происхождение, а нейрогипофиз — нервное.

Гипофиз выделяет следующие гормоны: соматотропный гормон, или гормон роста (соматотропин), пролактин, или лактогенный гормон (тиротропин), тиротропный гормон (тиротропин), гонадотропный гормон (кортикотропин) и гонадотропные гормоны (гонадотропины).

Соматотропин принимает участие в регуляции роста, что проявляется в способности усиливать образование белка в тканях. Наиболее выражено влияние гормона на костную ткань. Под влиянием соматотропина происходит рост эпифизарных хрящей в длинных костях верхних и нижних конечностей, что обуславливает увеличение их длины.

В детском возрасте, когда гипофиз (гипофункция) еще не достиг своего максимума, это приводит к усиленному росту — гигантизму (рис. 30). При снижении функции гипофиза (гипофункция) в растущем организме происходит задержка роста — карликовость (рис. 31). У взрослого человека гипофиз регулирует рост тела в целом, так как он уже завершил свое развитие.

Гипофиз регулирует деятельность других желез, так как гипофиз регулирует деятельность гипофиза и как следствие этого гипофиз регулирует деятельность гипофиза. Повышенный уровень глюкозы в крови вызывает не только нейроны паравентрикулярных ядер, но и рецепторный аппарат панкреатических клеток, что также вызывает увеличение секреции инсулина.

Зависимость гормонообразовательной функции желез от уровня глюкозы в крови подтверждена в опытах на собаках, которой пересадили четыре поджелудочные железы. Уменьшалось содержание глюкозы в крови. Следовательно, поджелудочные железы в организме собаки приспособлены к гормонообразовательную функцию к уровню глюкозы в крови, вызывая гипогликемическое состояние.

Обнаружено, что функция панкреатических островков от функциональных взаимосвязей между гипофизом паравентрикулярными ядрами гипоталамуса. Гипофиз повышает активность нейронов паравентрикулярных ядер, что приводит к уменьшению образования инсулина бета-клетками островков поджелудочной железы. Ослабление влияния гипофиза паравентрикулярные ядра сопровождается стимуляцией секреции инсулина.

Секреция инсулина регулируется вегетативной нервной системой: возбуждение блуждающих нервов стимулирует образование и выделение гормона, а симпатические нервы тормозят эти процессы.

Количество инсулина в крови зависит от активности фермента инсулиназы, который разрушает гормон. Наибольшее количество фермента содержится в печени и скелетных мышцах. При однократном протекании крови через печень инсулин разрушается до 50% инсулина.

Недостаточность внутрисекреторной функции поджелудочной железы, сопровождающаяся уменьшением секреции инсулина, приводит к заболеванию которое получило название сахарного диабета, или сахарного мочеизнурения. Основными проявлениями этого заболевания являются: гипергликемия, глюкозурия (глюкоза в моче), полиурия (увеличенное до 10 л в сутки выделение мочи), полифагия (повышенный аппетит), полидипсия (постоянная жажда), возникающая вследствие потери воды и солей.

Нарастание количества глюкозы в крови у больных сахарным диабетом, концентрация которой может составлять ммоль/л (800 мг%), является результатом ослабления гликолиза (образования из глюкозы гликогена) в печени и мышцах, а также нарушения утилизации глюкозы клетками организма. У больных сахарным диабетом нарушается не только углеводный обмен, но и обмен жиров.

Физиологическое значение глюкагона. Глюкагон участвует в регуляции углеводного обмена. По характеру своего действия на углеводный обмен он является антагонистом инсулина. Под влиянием глюкагона происходит расщепление гликогена в печени и в результате этого концентрация глюкозы в крови повышается. Кроме того, глюкагон стимулирует расщепление жира в жировой ткани.

Регуляция секреции глюкагона. На образование глюкагона в островках Лангерганса оказывает влияние повышение уровня глюкозы в крови. При повышенном содержании глюкозы в крови происходит торможение секреции глюкагона, при снижении - увеличение. На образование глюкагона оказывает также влияние гормон передней доли гипофиза - соматотропин, он повышает активность альфа-клеток, стимулируя образование глюкагона.

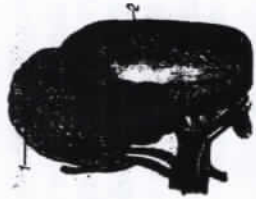
Физиологическое значение липокаина. Гормон способствует образованию жиров за счет стимуляции образования липидов и высвобождения жирных кислот в печени. Липокаин предотвращает перерождение печени у животных после удаления поджелудочной железы.

9.3. НАДПОЧЕЧНИКИ

Надпочечники являются парными железами. Они состоят из коркового и мозгового слоев. Надпочечники расположены непосредственно над верхними полюсами почек, они имеют вид конуса. Почки соединительной капсулой и погружены в жировую ткань. Пучки соединительной капсулы проникают внутрь надпочечника. Пучки соединительной капсулы проникают внутрь надпочечника. Пучки соединительной капсулы проникают внутрь надпочечника. Пучки соединительной капсулы проникают внутрь надпочечника.

Капсула надпочечника состоит из трех зон: корковой, пучковой и сетчатой.

Корковая зона надпочечника делится на три слоя: наружный, средний и внутренний. В наружном слое находятся клетки, вырабатывающие андрогены. В среднем слое находятся клетки, вырабатывающие глюкокортикоиды. В внутреннем слое находятся клетки, вырабатывающие эстрогены.



1-надпочечная
железа; 2-почка



Кретинизм и
миксидема у 12-
летних девочек

Девочка с
кретинизмом

110

Все три зоны коркового слоя надпочечников принимают участие в образовании гормонов. Надпочечники имеют сложное строение. Мозговой слой надпочечников состоит из хромоафинных клеток (хромафинных клеток), образующих адриналин и норадриналин. Настоящее время считают, что мозговой слой надпочечников представляет собой видоизмененный симпатический ганглий. Надпочечники обильно снабжаются кровью и иннервированы симпатическими и парасимпатическими нервами. Симпатическая иннервация осуществляется чревными нервами, а также ветвями блуждающего нерва. Парасимпатическая иннервация надпочечников представлена ветвями блуждающего нерва. Имеются данные о том, что в иннервации надпочечников принимают участие диафрагмальные нервы.

Надпочечники представляют собой эндокринный орган, который имеет жизненно важное значение. Удаление надпочечников приводит к смерти. Показано, что надпочечники являются корковым слоем надпочечников.

Гормоны коркового слоя надпочечников делятся на три группы: 1) глюкокортикоиды - гидрокортизон, кортикостерон; 2) минералокортикоиды - алдогестерон, дезоксикортикостерон; 3) половые гормоны - андростерон, прогестерон.

Образование гормонов происходит преимущественно в корковой зоне коры надпочечников. Так, минералокортикоиды образуются в корковой зоне коры надпочечников.

в клетках клубочковой зоны, глюкокортикоиды - в клетках, половые гормоны - в сетчатой.

Важнейшее значение имеют гормоны коры надпочечников в организме. Образование их происходит из холестерина. Гормоны коры надпочечников необходимы для жизни организма.

Важнейшее значение имеют гормоны коры надпочечников в организме. Образование их происходит из холестерина. Гормоны коры надпочечников необходимы для жизни организма.

Важнейшее значение имеют гормоны коры надпочечников в организме. Образование их происходит из холестерина. Гормоны коры надпочечников необходимы для жизни организма.

Важнейшее значение имеют гормоны коры надпочечников в организме. Образование их происходит из холестерина. Гормоны коры надпочечников необходимы для жизни организма.

Важнейшее значение имеют гормоны коры надпочечников в организме. Образование их происходит из холестерина. Гормоны коры надпочечников необходимы для жизни организма.

Важнейшее значение имеют гормоны коры надпочечников в организме. Образование их происходит из холестерина. Гормоны коры надпочечников необходимы для жизни организма.

Важнейшее значение имеют гормоны коры надпочечников в организме. Образование их происходит из холестерина. Гормоны коры надпочечников необходимы для жизни организма.

Важнейшее значение имеют гормоны коры надпочечников в организме. Образование их происходит из холестерина. Гормоны коры надпочечников необходимы для жизни организма.

гормоны участвуют в регуляции минерального обмена. В частности, альдостерон усиливает обратное всасывание натрия в почечных канальцах и уменьшает обратное выделение ионов калия. В результате этого уменьшается выделение мочой и увеличивается выведение калия, что приводит к снижению концентрации ионов натрия в крови и тканевой жидкости и увеличению осмотического давления.

Минералокортикоиды способствуют развитию водно-солевых реакций. Противоспазматическое действие этих гормонов на их свойством повышать проницаемость капилляров и оболочек.

Минералокортикоиды участвуют в регуляции кровяного давления. Альдостерон обладает способностью увеличивать тонус гладких мышц сосудистой стенки, повышает артериальное давление. При недостатке минералокортикоидов, обусловленном снижением функции надпочечников, наблюдается гипотония.

Суточная секреция минералокортикоидов составляет 0,14 мг. Выводятся гормоны из организма с мочой (соединяются с белком) и с калом (соединяются с желчью).

Физиологическое значение половых гормонов надпочечников. Эти гормоны стимулируют развитие половых органов в детском возрасте, то есть тогда, когда внутренняя функция половых желез еще слабо развита. Половые гормоны надпочечников обуславливают развитие вторичных признаков и функционирование половых органов. Они оказывают также анаболическое действие на белковый обмен, стимулируют синтез белка в организме.

При недостаточной функции коры надпочечников возникает заболевание, получившее название аддисоновой болезни или бронзовой болезни. Ранними признаками заболевания являются бронзовая окраска кожи, особенно на руках, лице, шее, повышенная утомляемость при физической и умственной работе, потеря аппетита, тошнота, рвота. Больной становится чувствительным к холоду и болевым раздражениям, восприимчивым к инфекциям.

При повышенной функции коры надпочечников, что всего связано с наличием в ней опухоли, не только усиливается образование гормонов, но и отмечается преобладание

гормонов над выработкой глюкокортикоидов и минералокортикоидов. В результате этого у таких больных резко изменяются вторичные половые признаки. У мужчин могут появляться вторичные мужские признаки: борода, низкий голос, прекращение оволосения.

Регуляция образования глюкокортикоидов. Важную роль в регуляции образования глюкокортикоидов в коре надпочечников играет гипоталамический гормон передней доли гипофиза. Гипоталамический гормон стимулирует выделение ионов калия в кровь и усиливает выделение ионов натрия в мочу. В результате этого уменьшается выделение мочой и увеличивается выведение калия, что приводит к снижению концентрации ионов натрия в крови и тканевой жидкости и увеличению осмотического давления.

Гипоталамический гормон стимулирует выделение ионов калия в кровь и усиливает выделение ионов натрия в мочу. В результате этого уменьшается выделение мочой и увеличивается выведение калия, что приводит к снижению концентрации ионов натрия в крови и тканевой жидкости и увеличению осмотического давления. Гипоталамический гормон стимулирует выделение ионов калия в кровь и усиливает выделение ионов натрия в мочу. В результате этого уменьшается выделение мочой и увеличивается выведение калия, что приводит к снижению концентрации ионов натрия в крови и тканевой жидкости и увеличению осмотического давления.

Гипоталамический гормон стимулирует выделение ионов калия в кровь и усиливает выделение ионов натрия в мочу. В результате этого уменьшается выделение мочой и увеличивается выведение калия, что приводит к снижению концентрации ионов натрия в крови и тканевой жидкости и увеличению осмотического давления.

Гипоталамический гормон стимулирует выделение ионов калия в кровь и усиливает выделение ионов натрия в мочу. В результате этого уменьшается выделение мочой и увеличивается выведение калия, что приводит к снижению концентрации ионов натрия в крови и тканевой жидкости и увеличению осмотического давления. Гипоталамический гормон стимулирует выделение ионов калия в кровь и усиливает выделение ионов натрия в мочу. В результате этого уменьшается выделение мочой и увеличивается выведение калия, что приводит к снижению концентрации ионов натрия в крови и тканевой жидкости и увеличению осмотического давления.

на. На процесс образования минералокортикостероидов влияют количество тканевой жидкости и плазмы. Увеличение их объема приводит к торможению альдостерона, что сопровождается усиленным выделением натрия и связанной с ним воды.

Гормоны мозгового слоя надпочечников. Мозговой слой надпочечников вырабатывает катехоламины: адреналин и норадреналин (предшественник адреналина в процессе биосинтеза). В венозной крови, оттекающей от надпочечников, адреналина содержится 80-90% от общего количества катехоламинов.

Образование адреналина и норадреналина осуществляется хромаффинными клетками, которые содержатся не только в мозговом слое надпочечников, но и в других органах: аорте, сердце, легких, селезенке, печени, почках, в стенках кровеносных сосудов, в ганглиях симпатической нервной системы. Все эти клетки образуют так называемую адреналовую систему, которая вырабатывает адреналин и близкие к нему физиологически активные вещества.

Физиологическое значение адреналина и норадреналина

Адреналин выполняет функции гормона, он поступает в кровь постоянно. При некоторых чрезвычайных состояниях организма (острое понижение артериального давления, кровопотеря, охлаждение организма, гипогликемия, повышенная деятельность: эмоции - боль, страх, ярость) усиливается образование и выделение гормона в сосудистое русло.

Возбуждение симпатической нервной системы сопровождается увеличением поступления в кровь адреналина и норадреналина. Эти катехоламины усиливают и удлиняют эффекты возбуждения симпатической нервной системы. На функции органов и физиологических систем адреналин оказывает такое же действие, как и симпатическая нервная система. Адреналин выражает себя на углеводный обмен, усиливая расщепление гликогена в печени и мышцах, в результате чего содержание глюкозы в крови повышается. При введении адреналина и усилении его действия возникает гипергликемия и глюкозурия. Адреналин расширяет бронхи, расширяя тем самым их просвет. Он повышает возбудимость и сократимость сердечной мышцы, а также увеличивает частоту сердечных сокращений. Гормон усиливает

на. В связи с чем повышается артериальное давление. Адреналин расширяет коронарные сосуды сердца, сосуды легких, головного мозга, вызывает сокращение мышц адриналин оказывает не прессорное, а прессорное действие.

Адреналин усиливает сократительный эффект скелетных мышц, усиливает его адаптационно-трофическое влияние на организм. Адреналин угнетает моторную функцию кишечника, повышает тонус его сфинктеров.

Адреналин относится к так называемым гормонам короткого действия. Это связано с тем, что в крови и тканях гормон быстро разрушается под воздействием фермента моноаминоксидазы до адреналина, в отличие от адреналина, выполняет функцию передатчика возбуждения с нервных окончаний на центральную нервную систему.

Норадреналин участвует так же в передаче возбуждения с нервных окончаний на центральную нервную систему.

Важнейшим образом гормонов мозгового слоя. Выработка гормонов мозгового слоя надпочечников хромаффинными клетками нервной системы. М.Н.Чебоксаров (1910) впервые показал, что при раздражении чревных нервов, которые по своей природе являются симпатическими, наступает усиление, а при перерезке чревных нервов - уменьшение выхода адреналина из надпочечников. Это усиление при раздражении чревного нерва в кровь из надпочечников поступает норадреналин.

Адреналин выполняет функцию мозгового слоя надпочечников, вырабатывая гипоталамической областью головного мозга, так же как и симпатической нервной системы. При раздражении гипоталамуса происходит выброс адреналина из надпочечников и увеличение его содержания в крови.

Адреналин влияет на поступление адреналина в кровь, что доказано экспериментально. Адреналин может вызвать рефлекторно, например, при мышечной работе, в результате чего содержание глюкозы в крови повышается. При введении адреналина и усилении его действия возникает гипергликемия и глюкозурия. Адреналин расширяет бронхи, расширяя тем самым их просвет. Он повышает возбудимость и сократимость сердечной мышцы, а также увеличивает частоту сердечных сокращений. Гормон усиливает

Роль надпочечников в развитии адаптационного синдрома

Гормоны коры надпочечников участвуют в ряде адаптационных реакций организма, возникающих при воздействии различных факторов (охлаждение, голодание, травма, гипоксия, химическая или бактериальная интоксикация и т. д.). При этом надпочечники осуществляют изменения в организме, наступающие в первую очередь быстрым выделением в кровь кортикостероидов, особенно глюкокортикоидов под влиянием кортикотропина. Установлено участие и мозгового слоя надпочечников в развитии этих реакций.

Совокупность наступающих в организме изменений в ответ на действие чрезвычайных (стрессорных) патологических раздражителей и направленных на повышение резистентности организма, получили название неспецифической резистентности организма, полученной из термина, который в течение многих лет использовался для обозначения адаптационного синдрома и обусловливающего его механизмы. В дальнейшем было показано, что в развитии адаптационного синдрома основную роль играет гипоталамо-надпочечниковая система. Селье описаны фазы адаптационного синдрома, сущность и значение которых освещается при изучении патологической физиологии.

9.4. Половые железы

Гонады (половые железы) - семенники (яички) у мужчин и яичники у женщин - относятся к железам со смешанной функцией. За счет внешнесекреторной функции этих желез образуются мужские и женские половые клетки - сперматозоиды и яйцеклетки. Внутрисекреторная функция проявляется в секреции мужскими половыми железами андрогенов, а женскими - эстрогенов.

Половые железы имеют хорошо выраженную сосудистую систему, за счет которой осуществляется их обильное кровоснабжение. Иннервация половых желез обеспечивается симпатическими нервными волокнами, идущими из брюшного сплетения, и парасимпатическими нервными волокнами, идущими из тазового сплетения.

Развитием половых желез и поступлением в кровь половых гормонов определяется половое развитие и созревание. Половая зрелость у человека наступает в возрасте 12-16 лет.

характеризуется полным развитием первичных и появлением вторичных половых признаков.

Вторичные половые признаки - признаки, относящиеся к половой функции, характеризующие половую зрелость. К ним относятся половые железы (яички, яичники) и половые органы (вагина, матка, предстательная железа, влагалище, матка, маточные трубы). Они определяют возможность осуществления полового акта и деторождения.

Вторичные половые признаки - признаки, относящиеся к половой функции различных органов, кроме половых. У мужчин вторичными половыми признаками являются увеличение мышц, увеличение волос на лице, увеличение волос на теле, низкий голос, характерное строение тела, развитие психики и поведения. У женщин к вторичным признакам относятся особенности строения волос, увеличение молочных желез.

В развитии половых гормонов в развитии половых признаков играют роль гормоны, вырабатываемые в гипофизе (гормон роста) и в надпочечниках (андрогены). В особом отношении к половым признакам относятся гормоны, вырабатываемые в яичниках (эстрогены) и в надпочечниках (андрогены). В особом отношении к половым признакам относятся гормоны, вырабатываемые в яичниках (эстрогены) и в надпочечниках (андрогены). В особом отношении к половым признакам относятся гормоны, вырабатываемые в яичниках (эстрогены) и в надпочечниках (андрогены).

В развитии половых признаков играют роль гормоны, вырабатываемые в гипофизе (гормон роста) и в надпочечниках (андрогены). В особом отношении к половым признакам относятся гормоны, вырабатываемые в яичниках (эстрогены) и в надпочечниках (андрогены). В особом отношении к половым признакам относятся гормоны, вырабатываемые в яичниках (эстрогены) и в надпочечниках (андрогены).

В развитии половых признаков играют роль гормоны, вырабатываемые в гипофизе (гормон роста) и в надпочечниках (андрогены). В особом отношении к половым признакам относятся гормоны, вырабатываемые в яичниках (эстрогены) и в надпочечниках (андрогены). В особом отношении к половым признакам относятся гормоны, вырабатываемые в яичниках (эстрогены) и в надпочечниках (андрогены).

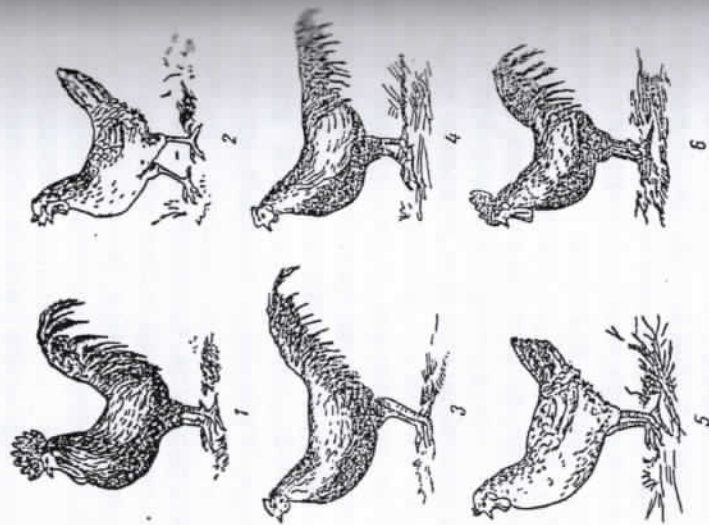


Рис. 30. Изменение пола. 1 - нормальный петух; 2 - нормальная курица; 3 - кастрированный петух; 4 - кастрированная курица; 5 - пересаженные яичники курицы; 6 - кастрированная курица, которой пересажены семенники петуха.

Андрогены необходимы для нормального созревания половых клеток - сперматозоидов. При отсутствии гормонов образуются подвижные зрелые сперматозоиды. Кроме андрогены способствуют более длительному созреванию подвижной активности мужских половых клеток. Андрогены также для проявления полового инстинкта, осуществления связанных с ним поведенческих реакций.

Андрогены оказывают большое влияние на обмен веществ в организме. Они увеличивают образование белка в различных тканях, особенно в мышцах, уменьшают содержание жира

повышают основной обмен веществ.

Андрогены оказывают влияние на функциональное состояние нервной системы, на высшую нервную деятельность. Андрогены у самцов наступают резкие изменения в высшей нервной деятельности, нарушается процесс торможения в коре головного мозга.

Женские половые гормоны. В фолликулах яичника вырабатываются эстрогены. В желтом теле яичника, которое образуется на месте лопнувшего фолликула, вырабатывается прогестерон. Ежедневная потребность организма в эстрогенах составляет 0,25 мг. За сутки у женщины выделяется 16-36 мкг эстрогенов.

Эстрогены стимулируют рост маточных труб, матки, влагалища, вызывают разрастание внутреннего слоя матки - эндометрия, способствуют развитию вторичных половых признаков и проявлению половых рефлексов. Кроме того, эстрогены вызывают усиление и учащение сокращений мышц матки, способствуют ее чувствительности к гормону задней доли гипофиза - окситоцину. Они стимулируют также развитие и рост молочных желез.

Прогестерон обеспечивает нормальное протекание беременности. Под его воздействием происходит разрастание внутренней оболочки эндометрия матки. Это создает благоприятные условия для внедрения (имплантации) оплодотворенной яйцеклетки в эндометрий. Прогестерон способствует также развитию и окситоцину. Они стимулируют также развитие и рост молочных желез.

Прогестерон тормозит сокращение мускулатуры беременной матки, уменьшает ее чувствительность к окситоцину. Прогестерон способствует созреванию и разрыву оболочки фолликулов (овуляции) и развитию образования гормона передней доли гипофиза - окситоцина.

Регуляция функций половых желез. Образование половых гормонов в половых железах находится под контролем гипоталамуса и гипофиза.

Основная регуляция функций половых желез осуществляется гипоталамусом путем за счет изменения процесса образования в гипоталамусе гонадотропных гормонов. Центральная нервная система регулирует в регуляции нормального полового цикла. При

изменении функционального состояния центральной нервной системы, например при сильных эмоциях (испуг, тревога, половой цикл может нарушиться вплоть до прекращения менструации (психогенная аменорея) резко усиливаются, что предвительно находится под воздействием эстрогенов и половых гормонов. Во время беременности окситоцин не оказывает действия на мускулатуру матки, так как под влиянием прогестерона она становится не чувствительной ко всем раздражениям.

Окситоцин во время лактации стимулирует выделение молока (а не его секрецию, которая находится под контролем гипофиза пролактина). Состояние рефлекторно стимулирует окситоцином из нейрогипофиза.

Регуляция функций гипофиза. В регуляции образования гормонов гипофиза участвуют несколько механизмов.

Гипоталамус. Доказано, что нейроны гипоталамуса обладают способностью вырабатывать нейрогормон, который своим составом соединяется с белковой природой. Эти вещества в сосудах, соединяющих гипоталамус и аденогипофиз, попадают в последний, где оказывают свое специфическое действие, стимулируя или угнетая образование гормонов гипофиза.

Регуляция образования гормонов в передней доле гипофиза осуществляется по принципу обратной связи. Между передней долей гипофиза и периферическими железами внутренней секреции существуют двусторонние отношения. Так, если в крови снижается уровень тироксина, то при этом происходит усиленное образование в передней доле гипофиза тиреотропина. Наоборот, избыточной концентрации тироксина в крови он способствует образованию в гипофизе этого гормона. Двусторонние взаимоотношения имеются между гипофизом и гипофизом и корой надпочечников. Такое взаимодействие получило название плюс-минус взаимодействия. Тропные гормоны передней доли гипофиза стимулируют (плюс) функцию периферических желез, а гормоны периферических желез подавляют (минус) продукцию и выделение гормонов передней доли гипофиза.

В последнее время установлено, что существует обратная связь между гипоталамусом и тропными гормонами передней доли гипофиза. Например, гипоталамус стимулирует секрецию передней доли гипофиза тиреотропина. Повышение концентрации

этого гормона приводит к торможению секреторной функции нейронов гипоталамуса, принимающих участие в образовании тиреотропина в гипофизе.

В гипофизе имеется как у женщин, так и у мужчин. У мужчин гипофиз способен образовывать мужских половых гормонов.

Средней доли гипофиза. В средней доле гипофиза находится меланоцитостимулирующий гормон, который оказывает на пигментный обмен. Если у лягушки разрушить гипофиз, то некоторое время после этого изменится цвет кожи лягушки (она становится более светлой).

Задней доли гипофиза. Задняя доля гипофиза тесно связана с супраоптическим и паравентрикулярным ядрами гипоталамической области. Клетки этих ядер способны вырабатывать вещества белковой природы. Образовавшиеся гормоны транспортируются по аксонам нейронов этих ядер (по аксональному гипоталамо-гипофизарному тракту) в заднюю долю гипофиза. Установлено, что в нервных клетках супраоптического ядра образуются гормон окситоцин, а в паравентрикулярном ядре - вазопрессин. Накапливаются эти гормоны в клетках задней доли гипофиза - питуицитах, однако сами нейроны гипофиза не являются пассивными депо гормонов. В этих клетках гормоны превращаются в активную форму.

Вазопрессин или вазопрессин, выполняет в организме две функции. Первая функция связана с влиянием вазопрессина на гладкую мускулатуру артериол и капилляров, тонус которых он увеличивает, что приводит к повышению артериального давления. Вторая и основная функция связана с вазопрессинским действием, выражающемся в его способности вызывать обратное всасывание воды из канальцев почек в кровь. В организме человека этот гормон синтезируется в задней доле гипофиза. Вазопрессин повышает активность фермента пептидазы, которая усиливает распад уплотняющего вещества канальцев почек - гиалуриновой кислоты. В результате этого канальцы почек теряют водонепроницаемость и вода всасывается в кровь.

Изменение образования вазопрессина является причиной возникновения сахарного диабета. При этом заболевании

выделяется большое количество мочи (иногда десятки литров в сутки), в которой не содержится сахара (в отличие от сахарного диабета). Одновременно у таких больных возникает сильная жажда.

Окситоцин избирательно действует на мускулатуру матки и стимулирует ее сокращения. Сокращения матки и непроизвольная лактация - образование и выделение молока молочными железами. Важным фактором, способствующим секреции молока, является сосание, который рефлекторно стимулирует образование выделения пролактина передней долей гипофиза.

Тиреотропин стимулирует функцию щитовидной железы. Удаление или разрушение гипофиза у животных, то наступают изменения в функции щитовидной железы. Введение тиреотропина, наоборот, вызывает разрастание ткани щитовидной железы и приводит к гипертиреозу.

Кортикотропин является физиологическим стимулятором пучковой и сетчатой зон коры надпочечников, где образуются глюкокортикоиды.

Удаление гипофиза у животных приводит к атрофии коры надпочечников. Атрофические процессы захватывают и зону коры, но наиболее глубокие изменения происходят в сетчатой и пучковой зонах.

Кортикотропин вызывает распад и тормозит синтез белков в организме. В этом отношении гормон является антагонистом соматотропина, который усиливает синтез белка. Кортикотропин, как и глюкокортикоиды, тормозит развитие основного вещества соединительной ткани, снижает проницаемость капилляров. Эффекты лежат в основе противоспалительного действия гормона. Под влиянием кортикотропина происходит уменьшение размера и массы лимфатических узлов, селезенки и, особенно, вилочковой железы, снижается количество лимфоцитов в периферической крови, возникает эозинопения.

К гонадотропинам относятся фолликулостимулирующий (фоллитропин) и лютеинизирующий (лютропин) гормоны.

Фоллитропин стимулирует в яичнике рост везикулярной фолликулы, секрецию фолликулярной жидкости, формирование оболочек, окружающих фолликул. Этот гормон имеется и у женщин, так и у мужчин. У мужчин под влиянием фоллитропина происходит образование половых клеток - сперматозоидов.

Лютропин необходим для роста везикулярного фолликула.

на стадиях, предшествующих овуляции и для самой овуляции. В разрыва оболочек созревшего фолликула и выхода из него яйцеклетки. Без этого гормона не происходит овуляции и развития желтого тела на месте лопнувшего фолликула. Гормон стимулирует образование эстрогенов - женских половых гормонов.

9.5. Поджелудочная железа

Поджелудочная железа относится к железам со смешанной секрецией. Ацинозная ткань этой железы вырабатывает панкреатический сок, который через выводной проток выделяется в двенадцатиперстную кишку. Внутрисекреторная функция поджелудочной железы проявляется в ее способности выделять гормоны, которые поступают из железы непосредственно в кровь.

Панкреатические островки являются эндокринной частью поджелудочной железы. Островки расположены преимущественно в головной части железы и только небольшое количество в хвосте железы.

Островки состоят из клеток трех типов: альфа-бета- и гамма-клеток. Основную массу островки Лангерганса составляют бета-клетки. Около 1/5 общего количества клеток приходится на долю альфа-клеток, которые по своим размерам крупнее бета-клеток и выделяют преимущественно по периферии железы. Показано, что в организме человека на 1 г железы приходится от 2700 до 25 250 панкреатических островков.

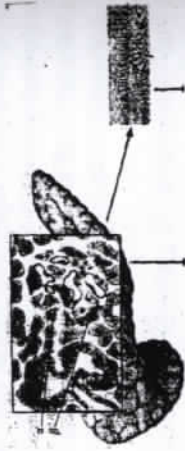
Поджелудочная железа иннервируется симпатическими и парасимпатическими нервными сплетениями, и парасимпатическими нервными сплетениями. Однако иннервация ацинозной железы блуждающего нерва. Однако иннервация ацинозной железы и клеток панкреатических островков осуществляется нервами обособленно. Нервные волокна, иннервирующие бета-клетки, не соединяются с нервами экзокринного железистого органа поджелудочной железы. Каждый островок содержит большое количество ганглиозных клеток, принадлежащих к симпатической нервной системе.

Гормонально установлено, что в островковой ткани железы содержится большое количество цинка. Цинк является также важной частью инсулина. Железа имеет обильное кровоснабжение.

Гормоны поджелудочной железы. Показано, что бета-клетки

островков Лангерганса образуют гормон инсулин, альфа-клетки синтезируют глюкагон. В эпителии мелких выводных протоков образуется липокаическая субстанция, которую исследователи относят к панкреатическим гормонам, рассматривают ее как вещество ферментативной природы.

Физиологическое значение инсулина. Инсулин принимает участие в регуляции углеводного обмена. Под действием инсулина происходит уменьшение концентрации сахара в крови — гипогликемия. Если уровень сахара в крови в норме составляет 4,45-6,65.



Поджелудочная железа % α — клетки вырабатывают глюкагон, β-клетки вырабатывают гормон инсулин

Из паращитовидных желез гормон поступает непосредственно в кровь. Паратгормон регулирует обмен кальция в организме, поддерживает постоянство его уровня в крови. В норме содержание кальция в крови у человека составляет 2,25-2,75 ммоль/л (9-11 мг%). При недостаточности паращитовидных желез (гипопаратиреоз) происходит значительное снижение уровня кальция в крови. Наоборот, при усилении деятельности паращитовидных желез (гиперпаратиреоз) наблюдается повышение концентрации кальция в крови.

Известно, что костная ткань является главным источником кальция в организме. Поэтому имеется определенная зависимость между уровнем кальция в крови и содержанием его в костной ткани. Паратгормон регулирует процессы обызвествления, декальцификации (отложения и выхода солей кальция) в костях. Влияя на обмен кальция, гормон одновременно воздействует на обмен фосфора в организме. Считают, что паратгормон оказывает обратное всасывание и усиливает выведение фосфатов с мочой.

Удаление паращитовидных желез у животных вызывает недостаточную функцию у человека приводит к развитию

тетании, рвоте, фибриллярным подергиваниям мышц, судорогам, конвульсиям, переходящим в tetanus. Судорожные подергивания одиночных мышц переходят в судорожные спастические сокращения групп мышц, преимущественно конечностей, лица и затылка. Спазм гортани, судорожные сокращения мышц и остановка сердца приводят к смерти. Активность деятельности паращитовидных желез. Активность этих желез определяется уровнем кальция в крови. Между концентрацией кальция в крови существует обратная зависимость. Если в крови концентрация кальция нарастает, то это приводит к снижению функциональной активности паращитовидных желез. В состоянии же уровня кальция в крови происходит изменение гормонообразовательной функции паращитовидных

9.6. Вилочковая железа (Тимус)

Вилочковая железа — парный дольчатый орган, расположенный в верхнем отделе переднего средостения.

Вилочковая железа состоит из двух долей неодинаковой формы, соединенных между собой прослойкой соединительной ткани. Каждая доля вилочковой железы включает в себя небольшие доли, в которых различают корковый и мозговой слои. Корковое вещество представлено паренхимой, в которой имеется большое количество лимфоцитов. В мозговом веществе содержатся плазматические и липоидные клетки. Вилочковая железа хорошо кровоснабжается. Иннервация осуществляется симпатическими (блуждающими) и симпатическими нервами, ствол которых начинается от нижнего шейного и верхнего грудного отделов грудного ганглия.

Вилочковая железа играет большую роль в иммунной системе. Известно, что вилочковая железа образует несколько гормонов: тимопоэтин, тимусный гуморальный фактор. Все они являются белками (полипептидами).

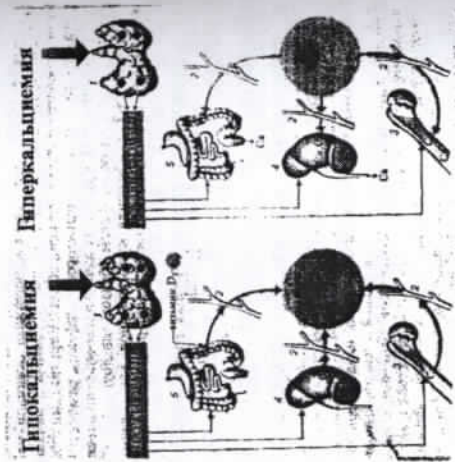
Известно, что вилочковая железа играет большую роль в иммунных процессах организма, стимулируя выработку антител, контролирует развитие и распределение лимфоцитов, участвующих в иммунных реакциях.

Известно, что недифференцированные стволовые клетки,

которые образуются в костном мозге, выходят в кровь и поступают в вилочковую железу. В тимусе они размножаются и дифференцируются в лимфоциты тимусного происхождения (лимфоциты). Полагают, что именно эти лимфоциты отвечают за развитие клеточного иммунитета.

Регуляция функций вилочковой железы. Обращаясь к секретируемым гормонам вилочковой железы, регулируется гипоталамус - передняя доля гипофиза. Показано, что соматотропный гормон передней доли гипофиза стимулирует поступление гормонов вилочковой железы в кровь.

Вилочковая железа достигает максимального развития в детском возрасте. После наступления полового созревания она останавливается в развитии и начинает атрофироваться. В этом полагают, что железа стимулирует рост организма и развитие половой системы. Выказываются предположения, что тимус влияет на обмен кальция и нуклеиновый обмен.

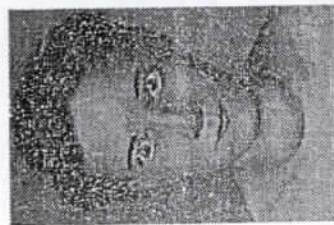


Паращитовидная (околощитовидная) железа. Роль гормонов в поддержании обмена кальция

Физиологическое значение вилочковой железы состоит в том, что она содержит большое количество витамина С, участвуя в этом отношении только надпочечникам.

Увеличение вилочковой железы у детей возникает при физиологическом статусе. Считают, что указанное состояние является признаком конституциональной особенности организма. У взрослых, кроме увеличения тимуса, происходит увеличение лимфатической ткани. Характерен внешний вид лица: пастозное одутловатое лицо, рыхлость подкожной клетчатки, тонкая кожа, мягкие волосы.

У взрослых встречается преимущественно в детском и юношеском возрасте, а также у женщин в климактерическом периоде. В этих случаях отмечают микседему, психическую депрессию.



Базедова болезнь

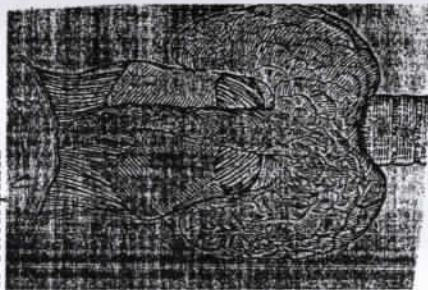
Характерными заболеваниями являются диффузное увеличение щитовидной железы, повышение обмена веществ, увеличенное потребление пищи и вместе с тем похудание. Значительные изменения отмечаются в функциональной активности нервной и эндокринной систем. Наблюдается повышенная возбудимость и раздражительность, изменяются соотношения тонуса отделов нервной системы, преобладает возбуждение симпатической нервной системы. Сухожильные рефлексы усилены, иногда отмечается мышечное дрожание. У больных наблюдается мышечная слабость и быстрая утомляемость.

9.7. Паращитовидные железы

Паращитовидные железы - парный орган. У человека имеются четыре околощитовидных желез, расположенных на задней

поверхности или погруженных внутрь щитовидной железы. Паращитовидные железы хорошо снабжаются кровью, имеют как симпатическую (от шейных ганглиев), так парасимпатическую (блуждающий нерв) иннервацию.

Гормоны паращитовидных желез. Паращитовидные железы вырабатывают паратгормон (паратирин) образование которого происходит в главных и оксифиль-



Щитовидная железа



Базедова болезнь слева — до операции, справа после операции



В раннем возрасте слева — щенок в нормальном развитии; справа удалена щитовидная железа сразу после рождения

после удаления щитовидной железы условные торможения и дифференцировочное торможение вырабатываются с трудом. Сформированный условный рефлекс оказывается в значительной степени утраченным, и его приходится снова выработать. Введение тироксина усиливает процесс возбуждения в спинных полшарьях, что приводит к нормализации рефлекторной активности животных.

Влияние на процессы роста и развития. У амфибий тироксин вызывает метаморфоз, т. е. превращение головастика в лягушку. У амфибий удаление зачаток щитовидной железы, то они не способны превращаться в лягушек.

Удаление щитовидной железы в молодом возрасте вызывает задержку роста тела млекопитающих (рис. 31). Нарушается развитие скелета. Центры окостенения появляются поздно. Размножаются карликами. Замедляется развитие почти всех тканей организма.

Влияние на обмен веществ. Тироксин воздействует на обмен жиров, углеводов и минеральный обмен. Гормон усиливает расщепление всех видов питательных веществ, повышает обмен тканей глюкозы. Под влиянием тироксина в организме заметно уменьшается запас жира в депо и гликогена в печени.

Обратное действие йодированных гормонов на обмен веществ. Гормоны оказывают влияние на внутриклеточные процессы и образование белка. Усиление энергетических и обменных процессов под влиянием тиреоидных гормонов приводит к значительному исхуданию, обычно возникающего при

гипертиреозе.

Влияние на вегетативные функции организма усиливает частоту сердечных сокращений, увеличивает движений, повышает потоотделение. Гормон снижает свертываемость крови к свертыванию и повышает ее фибринолитическую активность.

Нарушение функции щитовидной железы может вестись или повышением, или снижением ее функциональной активности.

Если недостаточность функции щитовидной железы (гипотиреоз) развивается у человека в детском возрасте, возникает кретинизм (рис. 32). При этом заболевании наблюдается нарушение пропорций тела, задержка психического и физического развития. Для внешнего облика кретина характерны отечность и постоянно высунутый язык.

9.8. Щитовидная железа

Щитовидная железа состоит из двух долей, расположенных по обеим сторонам трахеи ниже щитовидного хряща.

Щитовидная железа хорошо снабжается кровью. Кровоснабжению занимает одно из первых мест в организме. Иннервируется железа сетью нервных волокон, идущих от нескольких источников: от среднего шейного симпатического ганглиона, языкоглоточного и подъязычного нервов.

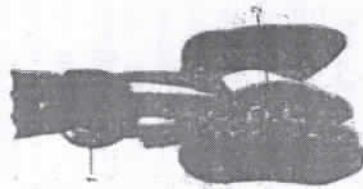
Щитовидная железа имеет дольчатое строение. Каждая доля состоит из множества замкнутых железистых пузырьков, называемых фолликулами. Полость фолликулов заполнена однородной вязкой массой желтоватого цвета, называемой коллоидом. В коллоиде щитовидной железы находится йодсодержащий белок тиреоглобулин.

Гормоны щитовидной железы. В щитовидной железе вырабатываются йодсодержащие гормоны — тироксин (тетрайодтиронин) и трийодтиронин. Тироксин в крови содержится больше, чем три трийодтиронина. Однако в организме последнего в 4-10 раз выше, чем тироксина.

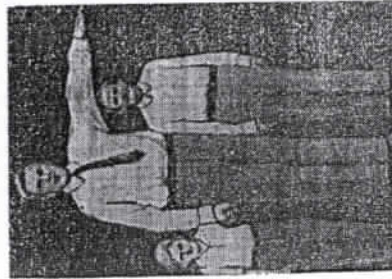
В настоящее время известно, что в организме человека животных имеется специальный гормон тироксина, который участвует в регуляции кальциевого обмена. Тироксин вырабатывается парафолликулярными клетками щитовидной железы.

Гормоны расположены вне железистых фолликулов. Под влиянием тироксина снижается уровень кальция в крови. Гормон усиливает выведение кальция из костной ткани и способствует его отложению в ней. Тироксин угнетает образование костных тканей, разрушающих костную ткань, и активирует процессы образования, принимающих участие в образовании костной ткани.

Основными гормонами щитовидной железы являются тироксин и трийодтиронин, циркулирующим в крови являются не в виде гормонов, а в виде комплексов с белками глобулиновой фракции.



1-щитовидная железа; 2-вилочковая железа



Справа - человек нормального роста, слева - кретинизм. подросток.

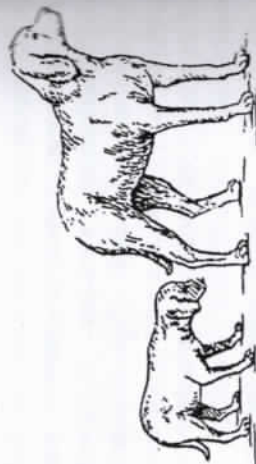


Рис. 32. Собаки одного помета (возраст 12 мес)
Слева - собака, у которой в возрасте 2,5 мес удален гипофиз
справа - здоровая собака.

сохраняют способность к росту (пальцы рук, и ног, стопы, нос и нижняя челюсть, язык, органы грудной и брюшной полостей). Это заблуждение получило название акромегалии - крайний, самый отдаленный, пегас, пегалу - болячка!

Прولاктин способствует образованию молока в молочной железе. Прولاктин активизирует функцию молочной железы после предварительного воздействия на нее половых гормонов - эстрогенов и прогестерона. Прولاктин вызывает рост протоков молочной железы, прогестерон - ее альвеол. После родов усиливается секреция грудного пролактина.

Глава 10.

Раздел: «Анализаторы»

Общая характеристика анализаторов	1
Классификация рецепторов	1
Основные отделы анализаторов	1
Восприятие анализаторов	1
Анализаторный анализатор	1
Чувствительность	1
Скорость	1
Структура и ее строение	1
Адаптация глаза	1
Визуальное зрение	1
Цветовое зрение	1
Слуховой анализатор	1
Передача звуковых колебаний	1
Вкусовой анализатор	1
Обонятельный анализатор	1
Тактильный анализатор	1
Температурный анализатор	1
Внутренние анализаторы	1
Двигательный анализатор	1
Интерцептивный анализатор	1
Висцерорецепторы	1

10.1. АНАЛИЗАТОРЫ

Восприятие окружающего мира всегда начинается с ощущения, которое позволяет различать отдельные нервные элементы, относящиеся по всей поверхности коры большого мозга.

Вся анализаторов и рассеянные нервные элементы имеют функциональные и функциональные особенности. Центральная часть анализатора (ядро) состоит из высокодифференцированных в функциональном отношении нейронов, которые осуществляют анализ и синтез информации поступающей к ним. Рассеянные элементы мозгового конца анализатора представлены менее дифференцированными нейронами, способными к выполнению отдельных функций. Синтез и анализ афферентных импульсов осуществляется в элементарной, примитивной

форме. И.П.Павлов полагал, что при гибели ядра активность периферических нервных элементов должна падать, что в какой-то степени может способствовать восстановлению утраченной функции анализатора.

По современным представлениям, в функции структуры анализатора включаются и ретикулярная формация мозга. Влияния, идущие от нейронов ретикулярной формации, повышают тонус клеток коры большого мозга, способствует лучшему выполнению анализатором специфических функций.

Все анализаторы делятся на две группы: внешние и внутренние. К внешним анализаторам относятся зрительный, слуховой, обонятельный. За счет деятельности внешних анализаторов познает окружающий материальный мир. К внутренним анализаторам относятся двигательный, вестибулярный, анализатор внутренних органов (интерорецептивный анализатор). С помощью внутренних анализаторов головной мозг получает информацию о состоянии внутренних органов, двигательного аппарата, расположении отдельных частей тела по отношению к другу и в пространстве.

И.П.Павлов философски обосновал и точно сформулировал сущность процесса познания и пути его осуществления. И.П.Павлов своими исследованиями показал материальную природу физиологические механизмы, при помощи которых осуществляется процесс отражения в головном мозге. И.П.Павлов установил ширину и глубину отражения человеком материального мира, находится в неразрывной связи со свойством нервной системы воспринимать и перерабатывать многочисленную информацию поступающую из окружающего мира в головной мозг. И.П.Павлову, конкретными физиологическими механизмами участвующими в познавательной деятельности человека, исследователями анализаторов.

Свое учение об анализаторах И.П.Павлов создавал на основе признания единства центра и периферии. Головной мозг и рецепторы И.П.Павлов рассматривал как единую функционально организованную динамическую систему.

Анализатор, по И.П.Павлову, совокупность трех систем нервной системы: периферической, проводниковой и центрального.

Периферический отдел анализатора представлен рецепторами, воспринимающими внешние и внутренние раздражения. В рецепторах энергия раздражения преобразуется в нервный импульс.

Рецепторы можно разделить на две большие группы: **дистантные** и **контактные**. Дистантные рецепторы способны воспринимать раздражения, источник которых находится на значительном расстоянии от организма (зрительные, слуховые, обонятельные рецепторы). **Контактные** рецепторы возбуждаются непосредственным соприкосновением с источником раздражения. К ним относятся тактильные, температурные, болевые рецепторы.

Рецепторы, как уже указывалось, трансформируют энергию раздражения в энергию нервного импульса. Причиной возбуждения рецептора является деполяризация мембраны в результате воздействия раздражителя. Эту деполяризацию называют рецепторным, или рецепторным потенциалом.

Из свойств рецепторов является адаптация, то есть способность к силе раздражителя. Способностью к адаптации рецепторы обладают в большей или меньшей степени почти все рецепторы. Рецепторы составляют проприорецепторы.

В процессе адаптации заключается в том, что происходит изменение чувствительности рецепторов к постоянному раздражителю.

Проводниковый отдел анализатора представлен нервными волокнами, проводящими нервные импульсы в центральный отдел анализатора.

Проводниковый, или мозговой, отдел анализатора - определенные группы клеток коры большого мозга. В клетках коры большого мозга нервные импульсы приобретают новые качества. Они являются основой для возникновения ощущения, элементарного акта, правильно отражающего окружающую действительность. На базе ощущений возникают более сложные акты - восприятие, представление и абстрактное мышление.

На основании опытов с удалением у животных различных частей коры большого мозга с последующим образованием у них рефлексов И.П.Павлов пришел к заключению, что

мозговой конец анализатора состоит из двух частей: периферических рассеянных нервных элементов, расположенных по всей поверхности коры большого мозга.

Ядра анализаторов и рассеянные нервные элементы имеют морфологические и функциональные особенности. Центральная часть анализатора (ядро) состоит из высокодифференцированных функциональных отношений нейронов, которые осуществляют высший анализ и синтез информации, поступающей в них. Рассеянные элементы мозгового конца анализатора представляют дифференцированными нейронами, способными выполнять простейшие функции. Синтез и анализ информации осуществляется в элементах периферической формы. И.П.Павлов полагал, что при гибели анализатора активность периферических нервных элементов должна нарастать, что в какой-то степени может способствовать восстановлению утраченной функции анализатора.

По современным представлениям, в функциональную структуру анализатора включаются и ретикулярная формация мозга. Влияния, идущие от нейронов ретикулярной формации, повышают тонус клеток коры большого мозга и способствуют лучшему выполнению анализаторной специфических функций.

Все анализаторы делятся на две группы: внешние и внутренние. К внешним анализаторам относятся **зрительный**, **слуховой**, **вкусовой**, **обонятельный** и **кожный**. За счет действия внешних анализаторов человек познает окружающий материальный мир. К внутренним анализаторам относятся двигательный, мышечный и анализатор внутренних органов (интерорецептор анализатор). С помощью внутренних анализаторов головной мозг получает информацию о состоянии внутренних органов и двигательного аппарата, расположении отдельных частей тела относительно друг к другу и в пространстве.

10.2. ВНЕШНИЕ АНАЛИЗАТОРЫ

Зрительный анализатор. Значение зрительного анализатора заключается в восприятии предметов внешней среды: освещенности, цвета, величины, формы, расположения в пространстве, а также в определении расстояния до предметов. Периферическим отделом зрительного анализатора являются

рецепторы, расположенные на сетчатой оболочке органа зрения. Под влиянием энергии света в фоторецепторах возникают нервные импульсы, которые по зрительному нерву передаются в затылочный отдел (поступают в затылочную область - затылочный отдел анализатора). В нейронах затылочной области коры большого мозга возникают многообразные и различные зрительные образы.

Орган зрения является глаз, состоящий из глазного яблока и зрительного аппарата. Глазное яблоко расположено в полости черепа. Его стенку образуют три оболочки. Переднюю часть составляет роговая, или наружной, оболочки глаза называют роговицей, заднюю - в дальнейшем переходит в склеру, или белочную оболочку. Между оболочкой глаза является сосудистая. Внутренняя оболочка состоит из сетчатки, на которой расположены рецепторы (палочки и колбочки), и ее кровеносных сосудов. В состав глаза входят рецепторный аппарат, находящийся в глазу, и оптическая система. Значение последней заключается в том, что она собирает световые лучи и обеспечивает четкое изображение предметов на сетчатке, но в обратном виде.

Оптическая система глаза представлена передней и задней частями роговой оболочки, хрусталиком и стекловидным телом. Поступающие в глаз световые лучи проходят через его переднюю систему и попадают на сетчатку. Ход лучей зависит от преломления и радиуса кривизны поверхности роговой оболочки, хрусталика и стекловидного тела. Преломляющую силу роговой системы глаза выражают в диоптриях. Одна диоптрия - это сила линзы, имеющей фокусное расстояние 100 см. В глазу преломляющей силы фокусное расстояние составляет, преломляющая сила оптической системы глаза при нормальном состоянии составляет около 59 диоптрий, при нормальном состоянии близкого предмета - 70,5 диоптрий.

Для ясного видения предмета необходимо, чтобы лучи от всех точек предмета падали на сетчатку. Человек с нормальным зрением хорошо рассматривает как близко, так и далеко расположенные предметы. Приспособление глаза к ясному видению расположенных предметов называют аккомодацией. Аккомодация осуществляется путем изменения кривизны хрусталика, что приводит

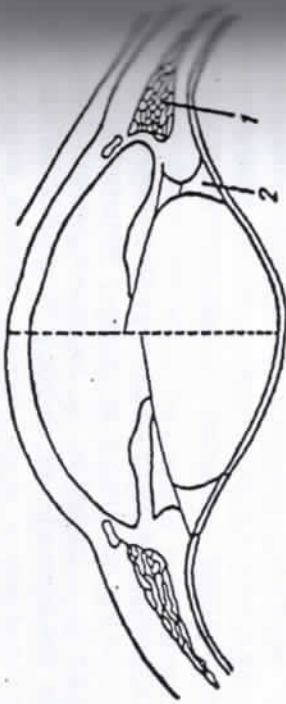


Рис. 32. Механизм аккомодации (по Гельмгольцу).
Левая половина глаза - хрусталик при рассматривании далекого предмета, правая - близкого предмета. Видна большая выпуклость хрусталика справа. 1 - ресничная мышца; 2 - ресничный пояс.

Рис. 88. Схема рефракции в норме (1), при дальнозоркости (2) и при близорукости (3).

к сдвигам в его преломляющей способности. При сматривании близких предметов хрусталик делается более выпуклым, благодаря чему расходящиеся лучи от предмета сходятся на сетчатке глаза.

Механизм аккомодации глаза связан с сокращением ресничных мышц, которые изменяют выпуклость хрусталика. Хрусталик заключен в капсулу, переходящую по краям в волокна ресничного пояса (цинновой связки), прикрепленного к ресничному телу (рис. 32). Ресничный пояс всегда натянут, и его натяжение передается капсуле, сжимающей и уплотняющей хрусталик. В ресничной капсуле находятся гладкие мышечные волокна. При их сокращении происходит ослабление тяги ресничного пояса, а следовательно уменьшение давления на хрусталик, который вследствие своей эластичности принимает более выпуклую форму.

Существуют две главные аномалии преломления лучей в глазу - дальнозоркость и близорукость. Они связаны, как правило, с недостаточностью преломляющих сред, а с изменениями формы глазного яблока (рис. 33).

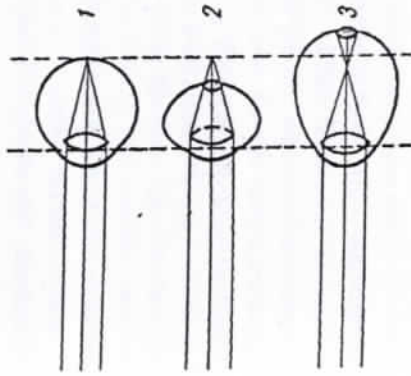


Рис. 33. Схема рефракции в норме (1), при дальнозоркости (2) и при близорукости (3).

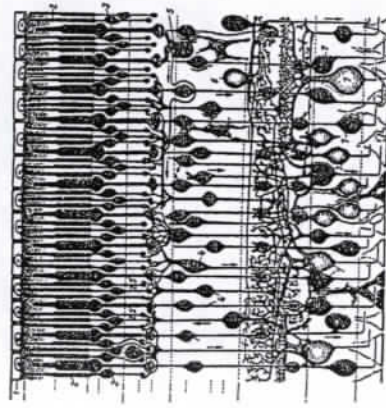


Рис. 34. Строение сетчатки (схема по С. Поляку).
1 - плексивный слой; 2 - палочки; 3 - колбочки; 4 - биполярные нейроны;
5 - горизонтальная клетка; 6 - амакриновая клетка; 7 - ганглиозные клетки.
Пунктиром разделены слои сетчатки.

Дальнозоркость. В дальнозром глазу продольная ось глаза длиннее, поэтому лучи, идущие от далеких предметов, собираются за сетчаткой. На сетчатке же получается круг светорассеяния,

неясное, расплывчатое изображение предметов. Этот недостаток оптической системы глаза может быть исправлен применением двояковыпуклых стекол, усиливающих преломление лучей.

Близорукость. Если продольная ось глаза слишком длинная, главный фокус будет находиться не на сетчатке, а перед ней, в стекловидном теле. В этом случае лучи сходятся в одну точку в сетчатке, а где-то ближе ее. На сетчатке вместо точки возникает круг светорассеяния. Чтобы ясно видеть вдаль, близорукий человек должен поместить перед глазами вогнутые стекла, которые уменьшают преломляющую силу хрусталика и тем самым отодвигают изображение на сетчатку.

Сетчатка и ее строение. Сетчатка имеет сложную многослойную структуру (рис. 34).

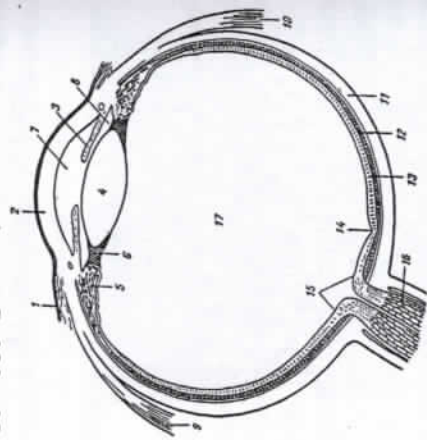


Рис. 34. Горизонтальный разрез глазного яблока (схема).
1 - конъюнктива; 2 - роговица; 3 - радужная оболочка; 4 - хрусталик; 5 - ресничное тело; 6 - связка; 7 - радужная оболочка; 8 - задняя камера глаза; 9-10 - ресничное тело; 11 - склера; 12 - собственно сосудистая оболочка; 13 - сетчатка; 14 - желтое пятно; 15 - диск зрительного нерва; 16 - зрительный нерв; 17 - стекловидное тело.

Здесь расположены два вида различных по функциональному значению фоторецепторов - палочки и колбочки и несколько видов нервных клеток с их многочисленными отростками.

В палочках содержится пигмент родопсин, или зрительный пурпур, в колбочках - пигмент йодопсин.

Под действием света в палочках и колбочках осуществляются химические процессы. В частности, под влиянием света происходит разрушение родопсина. При затемнении глаз происходит восстановление зрительного пурпура. Для этого необходим витамин А. Если же в организме Витамин А отсутствует, то происходит нарушение зрения. Это приводит к развитию слепоты (куриной слепоты), то есть неспособности видеть при свете или в темноте. Йодопсин также подвергается разрушению под влиянием света, в темноте он восстанавливается. Йодопсин восстанавливается в 4 раза медленнее по сравнению с родопсином зрительного пурпура.

В глазике в сетчатке имеется около 6-7 млн. колбочек и 110-120 млн. палочек. Палочки и колбочки распределены в сетчатке неравномерно. Центральная ямка сетчатки содержит только палочки (до 140 тыс. на 1 мм²). По направлению к периферии количество колбочек уменьшается, а палочек соответственно возрастает. Периферическая часть сетчатки почти исключительно палочки. Участок сетчатки глаза, где расположены только колбочки, называется пятном (желтое пятно). Место выхода зрительного нерва из глазного яблока - сосок зрительного нерва - совсем не содержит фоторецепторов. Это называется слепое пятно (рис. 34). В существовании слепого пятна можно убедиться с помощью опыта Мариотта. Если, закрыв левый глаз, правым фиксировать крестик, изображенный на рис. 34, то при определенном расстоянии рисунка от глаза слепое пятно падает на слепое пятно.

Колбочки обеспечивают дневное зрение и восприятие цвета, палочки - сумеречное, ночное зрение.

Свет, попадая на сетчатку глаза, вызывает изменение электрического потенциала в палочках и колбочках. Один из продуктов превращения родопсина приводит фоторецепторы сетчатки глаза в возбужденное состояние. Нервные импульсы передаются на нервные клетки зрительного нерва, в которых осуществляется их сложная обработка. Обработанные нервные импульсы по волокнам зрительного нерва передаются в мозговую часть анализатора (затылочную область).

В нейронах мозгового отдела зрительного анализатора осуществляется переработка поступившей информации. В результате возникают зрительные ощущения - формы и размеры предмета, его цвета, расположения в пространстве и т. д.

Адаптация. Чувствительность глаза к восприятию зависит от освещенности предмета. Так, если человек перемещается из темного помещения в светлое, то в первое время наблюдается ослепление. Постепенно глаз адаптируется к свету и происходит понижения чувствительности фото рецепторов сетчатки глаза.



Рис. 35. Рисунок для проведения опыта Мариотта и свечения лучей в этом опыте.

Если правый глаз фиксировать на крестике, то изображение кружка падает на слепое пятно, лежащее у места вхождения зрительного нерва (n), а изображение крестика - на центральную ямку (с).

Это явление получило название световой адаптации. При переходе из светлого помещения в темное человек сначала ничего не видит. Через некоторое время чувствительность фоторецепторов сетчатки повышается, появляются контуры предметов, начинают различаться их детали, т. е. проявляется темновая адаптация.

Биноккулярное зрение. Рассматривание предметов глазами называют биноккулярным зрением. Когда человек смотрит на какой-либо предмет обоими глазами, то у него не происходит восприятия двух одинаковых предметов. Это связано с тем, что изображения от всех предметов при биноккулярном зрении

соответствующие, или идентичные, участки сетчатки, в результате чего в представлении человека эти два изображения сливаются в одно.

Биноклярное зрение имеет большое значение в определении формы до предмета, его формы. Оценка величины предмета зависит от размера его изображения на сетчатке и расстоянием от глаза.

Цветное зрение. Человек обладает способностью различать цвета. Наиболее признанной теорией, объясняющей механизм, цветного зрения, является теория Ломоносова (1756) высказав предположение о наличии в глазу трех типов элементов, воспринимающих три основных цвета. Эти положения М.В.Ломоносова были в дальнейшем развиты Юнгом, а затем Гельмгольцем. Согласно элементной теории в сетчатке имеются три типа чувствительных колбочек, воспринимающих красный, зеленый и сине-фиолетовые цвета. Разложение световых лучей на три основных цвета, происходящее в колбочках, вызывает возбуждение нервных окончаний. Возбуждение, дошедшее до коры головного мозга, суммируется, и возникает ощущение одного цвета. Одновременное и одновременное раздражение трех типов чувствительных элементов сетчатки даст ощущение белого цвета.

Слуховой анализатор. Значение слухового анализатора заключается в восприятии и анализе звуковых волн. Вследствие этого можно определить силы, высоты и тембра звука, его направление, а также степени удаленности источника звука.

Периферический отдел слухового анализатора представлен улиткой (кортиевым) органом внутреннего уха. Слуховые волны спирального органа воспринимают физическую энергию звуковых колебаний, которые поступают к ним от барабанной перепонки (наружное ухо) и звукопередающего аппарата среднего уха). Нервные импульсы, образующиеся в рецепторах среднего уха, через проводниковый путь (слуховой нерв) передаются в височную область коры большого мозга - мозговой отдел слухового анализатора. В мозговом отделе анализатора нервные импульсы передаются в слуховые ощущения.

Орган слуха включает наружное, среднее и внутреннее ухо.

Строение наружного уха. В состав наружного уха относятся ушная раковина, наружный слуховой проход. За счет упругости раковины улавливаются звуковые колебания. Наружный слуховой проход служит для проведения звуковых колебаний к барабанной перепонке.

Наружное ухо от среднего отделяется барабанной перепонкой. С внутренней стороны барабанная перепонка соединяется с рукояткой молоточка. Колебания барабанной перепонки происходят тогда, когда на нее падают звуковые колебания, улавливаемые наружным ухом. Натяжение барабанной перепонки в различных частях неодинаковое. Это приводит к тому, что она имеет своего собственного периода колебаний и колеблется в всяком звуке соответственно длине его волны.

Строение среднего уха. В состав среднего уха входят слуховых косточек - молоточек, наковальня, стремечко, (евстахиева) труба (рис. 36).



Рис. 36. Схема строения уха. 1 - ушная раковина; 2 - наружный слуховой проход; 3 - барабанная перепонка; 4 - полость среднего уха; 5 - слуховая труба; 6 - молоточек; 7 - наковальня; 8 - стремечко; 9 - полукружный канал; 10 - улитка

11-эллиптический мешочек; 12 - сферический мешочек.
Одна из косточек - молоточек - вплетена своей рукояткой в барабанную перепонку, другая сторона молоточка соединена с наковальней. Наковальня соединена со стремечком, которое прилегает к мембране окна преддверия (овального окна) внутренней стенки среднего уха.

Значение слуховых косточек состоит в том, что они участвуют в передаче колебаний барабанной перепонки, вызванных звуковыми волнами, окну преддверия, а затем эндолимфе внутреннего уха.

Окно преддверия расположено на стенке, отделяющей

188

внутреннего. Там же имеется круглое окно. Колебания воды улитки, начавшиеся у овального окна, передаются по ходам улитки, не затухая, до круглого окна. При помощи особого канала - слуховой трубы, полость уха соединяется с полостью носоглотки.

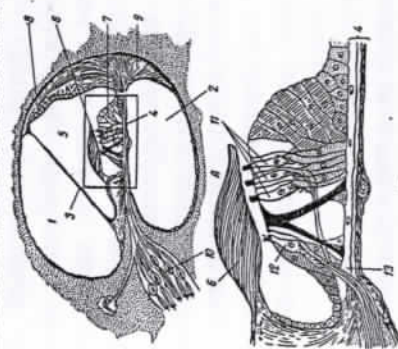


рис. 37. Поперечный разрез завитка улитки (по Расмуссену).
А - общий вид: 1 - лестница преддверия; 2 - барабанная перепонка; 3 - вестибулярная мембрана; 4 - основная мембрана; 5 - периферический канал улитки; 6 - покровная мембрана; 7 - спиральный орган, 8 - секреторный эпителий; 9 - спиральная перепонка; 10 - спиральный ганглий. Б - увеличенный в несколько раз поперечный разрез спирального органа: 11 - наружные волосковые клетки; 12 - внутренние волосковые клетки; 13 - нервные волокна, подходящие к волосковым клеткам.

Следовательно этому в полости среднего уха поддерживается такое же, равное атмосферному. Если давление в полости среднего уха отличается от атмосферного, то это приводит к понижению слуха, так как нарушаются нормальные колебания перепонки.

внутреннего уха. В состав внутреннего уха входят преддверие, полукружные каналы и улитка, в которых расположены особые рецепторы, реагирующие на звуковые волны. Преддверие и полукружные каналы к органу слуха относятся. Они представляют собой вестибулярный аппарат, который участвует в регуляции положения тела в пространстве и

сохранении равновесия.

Улитка - это костный постепенно расширяющийся спиральный канал, образующий 2 $\frac{1}{2}$ витка. Костный канал на всем протяжении разделен двумя перепонками: более тонкая называемая вестибулярной мембраной, или мембраной Рейера, более плотной и упругой, получившей название мембраны Гельмгольца (рис. 36). Эти мембраны на вершине соединяются. В этом месте имеется отверстие. Костный улитки за счет вестибулярной и основной мембран разделяется на три узких хода: верхний (лестница преддверия), перепончатый канал улитки и нижний (барabanная лестница). В верхнем и нижнем ходах улитки имеется перилимф, которой сходен с цереброспинальной жидкостью. Между овального и круглого окон отделяют перилимфу от воздушной полости среднего уха.

Средний ход находится между верхним и нижним образован вестибулярной и основной мембранами. Его заполнена эндолимфой и не сообщается с другими ходами улитки. На основной мембране среднего хода улитки имеются звуковоспринимающий аппарат - спиральный орган. В него входят рецепторные волосковые клетки, колебания преобразуются в нервные импульсы, распространяющиеся по волокнам слухового нерва.

При проведении звуков через перилимфу и эндолимфу происходят колебания основной мембраны вместе с рецепторными клетками. При этом волоски рецепторных клеток контактируют с покровной мембраной и деформируются. Это приводит к возникновению возбуждения в рецепторных клетках.

Передача звуковых колебаний. Существует два типа звуковых колебаний - воздушная и костная проводимость. При воздушной проводимости звука звуковые колебания улавливаются ушной раковиной и передаются по наружному слуховому проходу на барабанную перепонку. Она колеблется с частотой, соответствующей частоте звука. Кости барабанной перепонки передаются системе слуховых косточек: молоточку, наковальне и стремечку. Звуковые колебания передаются стремечком на мембрану окна преддверия, вызывая колебания перилимфы в верхнем и нижнем ходах улитки. В дальнейшем они доходят до круглого окна и при-

водят мембраны окна улитки наружу по направлению к преддверному каналу. Колебания перилимфы верхнего канала через барабанную мембрану передаются на эндолимфу среднего хода. Колебания, распространяющиеся по перилимфе и эндолимфе верхнего и среднего ходов, приводят в движение волосковые клетки. Вместе с основной мембраной начинают колебаться волосковые клетки. Во время контакта этих клеток с основной мембраной они возбуждаются, возникшие нервные импульсы по слуховому нерву и приводящим слуховым путям передаются в височную долю коры большого мозга. Нейроны этой доли коры большого мозга приходят в состояние возбуждения, и возникает ощущение звука.

Средняя проводимость звука человек способен слышать звуки в очень широком диапазоне - от 16 до 20000 Гц, а слуховые аппараты - до 100000 Гц.

Звук распространяется через кости черепа. Если поставить ножку звучащего камертона на темя или на лобный отросток, то звук будет слышен даже при закрытом ухе. Это связано с тем, что звуковые колебания передаются костями черепа, передаются сразу на слуховой нерв и нижнего ходов улитки внутреннего уха, а также на эндолимфу среднего хода. Происходит колебание основной мембраны с волосковыми клетками, в результате чего они возбуждаются, и возникшие нервные импульсы в дальнейшем передаются к нейронам головного мозга.

Звуковая проводимость звука выражена лучше, чем костная. Звук, идущий по костной проводимости, поставив на сосцевидный отросток и держа его до прекращения ощущения звука, а затем этот же камертон к открытому слуховому проходу, то слышим звук.

Вкусовой и обонятельный анализаторы. Значение вкусового анализатора заключается в апробации пищи при непосредственном контакте ее со слизистой оболочкой полости рта.

Периферический отдел вкусового анализатора представлен вкусовыми рецепторами, расположенными в эпителии слизистой оболочки полости. Они получили название вкусовых рецепторов, так как являются вкусовыми веществами раздражителями этих рецепторов. Адекватными раздражителями этих рецепторов являются вкусовые вещества различного качества. Возникшие в рецепторах вкуса, по-

проводниковому пути, главным образом блуждающему, нервы языка и глоточному нервам, поступают в мозговую часть анализатора - область крючка и гиппокампа лимбической системы. В мозгу по некоторым данным, в ближайшем окружении анализатора возникают обонятельные анализаторы. В мозгу анализатора возникают различные вкусовые ощущения.

Вкусовые почки сосредоточены, в основном, на сосочках задней части языка. Вкусовые рецепторы не обитывают в середине языка и его нижней поверхности. Рецепторы располагаются также на задней стенке глотки, миндалины, надгортаннике.

Имеется большая специализация вкусовых рецепторов в восприятии химических раздражителей, обусловленная неодинаковыми вкусовыми ощущениями (горькое, сладкое, соленое). Так, при локальном нанесении различных веществ отдельные сосочки языка показывают, что раздражение сосочков вызывает ощущение только сладкого вкуса, а только горького и т.д. Вместе с тем имеются сосочки, возбудители которых сопровождаются двумя или тремя вкусовыми ощущениями.

Чтобы возникли вкусовые ощущения, раздражающее вещество должно находиться в растворенном состоянии. Обонятельный анализатор осуществляет следующий опыт. Если вытереть, насухо на салфеткой язык и поместить на него порошкообразное вещество (соль или сахар), то вкусовое ощущение (соленого или сладкого) не возникает не сразу, а через несколько минут после того, как вещество растворится в выделяющейся слюне.

Для возникновения ощущения вкуса имеет значение раздражение не только вкусовых, но и обонятельных рецепторов. В ротовой полости имеются также тактильных, болевых и температурных рецепторов полости рта. За счет этого возникает ощущение «едкого», «вяжущего», «терпкого» вкуса.

Обонятельный анализатор принимает участие в определении запахов, связанных с появлением в окружающей среде определенных веществ.

Периферический отдел анализатора образуется обонятельными рецепторами, которые находятся в слизистой оболочке носа. Специфическими раздражителями обонятельных рецепторов являются химические вещества различной природы. Обонятельных рецепторов нервные импульсы по проводящим

обонятельному нерву - поступают в мозговую часть анализатора - область крючка и гиппокампа лимбической системы. В мозгу по некоторым данным, в ближайшем окружении анализатора возникают обонятельные анализаторы. В мозгу анализатора возникают различные вкусовые ощущения.

Вкусовые почки сосредоточены в области верхних носовых раковин. Они находятся между цилиндрическими опорными клетками. На поверхности обонятельных клеток имеются реснички, которые постоянно находятся в движении. Это увеличивает площадь их контакта с молекулами пахучих веществ. Специализированным рецепторами являются специализированным рецептор, который возбуждается за счет каких-то свойств молекул пахучих веществ. Рецепторы обоняния очень чувствительны. Так, человек способен обнаружить ощущения запаха достаточно, чтобы было достаточно 40 рецепторных клеток, причем на каждую из них приходится действовать всего одна молекула пахучего вещества.

Восприятие запаха зависит от химической структуры и от концентрации пахучего вещества в воздухе. Кроме того, на восприятие обонятельного ощущения влияет скорость тока воздуха через нос. Чем больше скорость поступления в нос воздуха, тем сильнее ощущение запаха.

В обонятельных рецепторах наиболее выражена способность к адаптации, за счет которой снижается их чувствительность к запаху пахучих веществ. Ощущение запаха при одной и той же концентрации пахучего вещества в воздухе возникает лишь в определенный момент его действия на обонятельные клетки. В дальнейшем ощущение запаха ослабевает. Вместе с тем адаптация происходит только по отношению к конкретному запаху и может распространяться на другие пахучие вещества.

Количество слизи в полости носа также влияет на возбудимость обонятельных рецепторов. При повышенном выделении слизи, происходит во время насморка, происходит снижение чувствительности рецепторов обоняния к пахучим веществам.

Тактильный и температурный анализаторы. Тактильный и температурный анализаторы функционируют в тесном контакте друг с другом. Деятельность тактильного анализатора связана с различением различных воздействий, оказываемых на кожу - прикосновение, давление.

Тактильные рецепторы, находящиеся на поверхности кожи и в слизистых оболочках полости рта и носа, образуют

периферический отдел анализатора. Они возбуждаются прикосновением к ним или давлением на них. Проводниковый отдел тактильного анализатора представлен чувствительными нервными волокнами, идущими от рецепторов в спинной (через задние корешки и задние столбы), продолговатый мозг, зрительные нервы и нейроны ретикулярной формации. Мозговой отдел анализатора задняя центральная извилина. В нем возникают тактильные ощущения.

К тактильным рецепторам относят осязательные (мейснеровы), расположенные в сосудах кожи, и осязательные тельца (меркелевы диски), имеющиеся в большом количестве на кончиках пальцев и губ. К рецепторам давления относятся пластинчатые тельца (Паппи), которые сосредоточены в глубоких слоях кожи, в сухожилиях, связках, брюшине, брюшной кишке.

В различных местах кожи тактильная чувствительность проявляется в неодинаковой степени. Так, она наиболее высока на поверхности губ, носа, языка, а на спине, подошве стопы, кисти выражена в меньшей степени.

Температурный анализатор. Его значение состоит в определении температуры внешней и внутренней среды организма. Периферический отдел этого анализатора представлен терморепцепторами. Температура окружающей среды воспринимается терморепцепторами, сосредоточенными в коже, на роговой оболочке глаза, в слизистых оболочках. Изменение температуры в среде организма приводит к возбуждению температурных рецепторов, расположенных в гипоталамусе. Проводниковый отдел анализатора представлен спиноталамическим путем, в котором заканчиваются в ядрах зрительных бугров и ретикулярной формации ствола мозга. Нервные волокна, возникшие в терморепцепторах, по указанному проводниковому отделу поступают в мозговую часть анализатора - центральную извилину коры большого мозга, где формируются температурные ощущения.

Различают терморепцепторы, воспринимающие холод и тепло. Тепловые рецепторы представлены тельцами Руффини, тельцами Краузе. Голые окончания афферентных нервов также могут выполнять функции холодовых и тепловых рецепторов.

Терморепцепторы в коже располагаются на разной глубине: холодовые находятся глубже, тепловые - ближе к поверхности. Вследствие этого время реакции на холодовые раздражения меньше, чем на тепловые. Терморепцепторы расположены в определенных точках поверхности тела человека, а холодовые точек значительно больше, чем тепловых. Чувствительность ощущения тепла и холода зависит от места раздражения, величины раздражаемой поверхности и скорости изменения температуры.

10.3. ВНУТРЕННИЕ АНАЛИЗАТОРЫ

Вестибулярный анализатор. Участвует в регуляции положения и движения тела в пространстве, в поддержании равновесия, оказывает влияние на регуляцию мышечного тонуса.

Периферический отдел анализатора представлен рецепторами, расположенными в вестибулярном аппарате. Они возбуждаются изменением скорости вращательного движения, прямолинейного движения, изменения направления силы тяжести, вибрации. Рецепторы расположены в вестибулярных рецепторах, состоящих из проводникового пути - вестибулярного нерва в вестибулярном аппарате. Последний расположен в передних отделах височной доли коры большого мозга. В результате раздражения нейронов этого отдела коры возникают ощущения, представленные о положении тела и отдельных его частей в пространстве, способствующие сохранению равновесия и поддержанию определенной позы тела в покое и при движении.

Вестибулярный аппарат состоит из преддверия и трех полукружных каналов внутреннего уха. Полукружные каналы - это каналы правильной формы, которые располагаются в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Верхний, или передний, канал расположен в фронтальной, задний - в сагиттальной, а наружные - в горизонтальной плоскости. Один конец каждого канала расширен и называется ампулой (рис. 37).

Вестибулярный аппарат состоит из двух частей: преддверия и полукружных каналов. Преддверие состоит из двух частей: овального мешочка, расположенного ближе к улитке внутреннего уха, и эллиптического мешочка (маточки), расположенного ближе к полукружным каналам.

В преддверии и маточке преддверия имеются возвышения, называемые пиллами. В них сосредоточены рецепторные клетки.

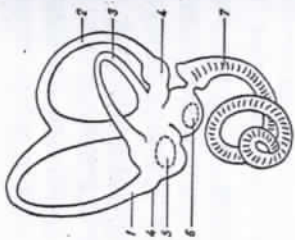


Рис. 37. Схема левого лабиринта: 1 - верхний канал; 2 - передний канал; 3 - задний канал; 4 - ампула; 5 - сферический мешочек; 6 - сферический мешочек (указан пунктирной линией); 7 - улитка.

На поверхности рецепторных клеток находится большое количество микроворсинок, состоящих из карбоната кальция. Эти образования называются кристаллическими рецепторами. Они участвуют в возбуждении рецепторных клеток. При изменении положения головы, например при ее наклоне, изменяется давление на рецепторные клетки, вызывая их возбуждение. В ампулах перепончатых каналов также имеются рецепторные клетки. Они сосредоточены в определенных местах, которые называются ампулярными кристаллами. Возбуждение рецепторных клеток происходит за счет перемещения эндолимфы каналов.

Повышение активности вестибулярного анализатора происходит только при ускоренном или замедленном вращательном движении. При прямолинейном движении, то есть лишь под влиянием инерции, скорости движения тела. Равномерное движение без ускорения и замедления не вызывает раздражения рецепторов вестибулярного аппарата. Раздражение рецепторов происходит от ускорения и замедления. Так, отолитовый аппарат возбуждается при ускорении или замедлении прямолинейных движений. Тряске, качке, наклоне тела или головы в сторону, при изменении давления на рецепторные клетки. Рецепторы полукружных каналов раздражаются в момент ускорения или замедленного вращательного движения в какой-либо плоскости за счет движения эндолимфы.

Двигательный анализатор. За счет активности двигательного анализатора определяется положение тела или его отдельных частей.

пространстве, степень сокращения каждой мышцы. В двигательном анализаторе представлены рецепторы, находящиеся в мышцах, сухожилиях, суставах и околоуставных сумках. Проводниковый отдел состоит из нервных волокон, проводящих импульсы от рецепторов к мозгу. Мозговой отдел анализатора находится в двигательной области коры большого мозга - в центральной извилине лобной доли. В нейронах двигательной области коры осуществляется высший анализ и координация двигательных реакций. Наличие же двусторонней связи между лобной долей и мышцами создает условия для информирования коры большого мозга о текущем состоянии двигательного аппарата, что позволяет точно и тонко управлять мышечными сокращениями.

Рецепторами являются: мышечные веретена, мышечные спазмы, сухожильные веретена, сухожильные органы, расположенные в сухожилиях, пластинчатые тельца, расположенные в фасциях, покрывающих мышцы, в сухожилиях, сухожильных органах и надкостнице. Изменение активности различных рецепторов происходит в момент сокращения или расслабления мышц. Так, возбуждение мышечных веретен отмечается при растяжении (в момент расслабления или растяжения) мышечных волокон. При повышении активности мышечных волокон, поступающие от них в центральную нервную систему импульсы, облегчают сокращения данной мышцы и тормозят сокращения мышцы-антагониста. Импульсы, поступающие в центральную нервную систему от сухожильных органов, вызывают противоположную реакцию, то есть тормозят сокращения данной мышцы и способствуют сокращению мышцы-антагониста.

Мышечные веретена всегда находятся в состоянии некоторого возбуждения. Поэтому от мышечных веретен постоянно поступают импульсы в центральную нервную систему, в спинной мозг. Это приводит к тому, что двигательные нервные клетки - мотонроны спинного мозга находятся в состоянии тонуса и постоянно посылают редкие нервные импульсы по эфферентным ветвям к мышечным волокнам, обеспечивая их умеренное сокращение - тонус.

В обеспечении двигательного акта принимают участие и другие

анализаторы - вестибулярный, кожный, зрительный, слуховой, обонятельный, любой двигательный акт является совместной деятельностью различных анализаторов.

Интероцептивный анализатор. Этот анализатор внутренних органов участвует в поддержании постоянства внутренней среды организма (гомеостаза).

Интероцептивный анализатор, как и другие анализаторы, состоит из трех отделов. Однако каждый из них имеет свои особенности. Периферический отдел образован рецепторами интерорецепторами, диффузно расположенными во внутренних органах. Проводниковый отдел включает несколько разветвленных функциональных значению нервов, которые иннервируют внутренние органы, блуждающие, чревные и внутренние тазовые. Мозговой отдел располагается в моторной и сенсорной области коры большого мозга. В отличие от внешних анализаторов, мозговой отдел интероцептивного анализатора имеет значительное количество афферентных нейронов, воспринимающих импульсы от рецепторов. Поэтому здоровый человек не испытывает работы внутренних органов. Это связано с тем, что афферентные импульсы, поступающие от интерорецепторов в мозговой анализатор, не преобразуются в ощущения, то есть не достигают порога нашего сознания.

Интерорецепторы, находящиеся во внутренних органах, получили название висцерорецепторов.

Висцерорецепторы имеют низкий порог раздражения и обладают большой специфичностью по отношению к деформации на них раздражителям. Во внутренних органах имеются рецепторы реагирующие на изменение давления (прессорецепторы), механические раздражения (механорецепторы), химические вещества (хеморецепторы), сдвиги температуры (терморецепторы) и на изменение осмотического давления (осморепторы).

Висцерорецепторы участвуют в регуляции работы внутренних органов, осуществляют рефлекторные взаимодействия между собой. Раздражение рецепторов внутренних органов в условиях нормальной жизнедеятельности сопровождается возникновением осознаваемых ощущений при возбуждении некоторых висцерорецепторов, рецепторов мочевого пузыря и прямой кишки в случае растяжения их стенок, возникают ощущения позыва на мочеиспускание и дефекацию.

Глава 11. Раздел: «Пищеварение»

План:

1. Значение и значение пищеварения
2. Функции желудочно-кишечного тракта
3. И.И. Павлов - создатель учения о физиологии пищеварения
4. Пищеварение в ротовой полости
5. Состав, свойства и значение слюны
6. Значение состава пищевых продуктов на слюноотделение
7. Регуляция слюноотделения
8. Функции желудка
9. Методы изучения секреции желудочных желез
10. Состав, свойства и значение желудочного сока
11. Изменение состава пищевых продуктов на желудочную секрецию
12. Регуляция желудочной секреции
13. Моторная функция желудка
14. Вакуация пищевой кашицы в двенадцатиперстную кишку.
15. Состав, свойства и значение панкреатического сока
16. Регуляция секреции поджелудочной железы
17. Изменение состава пищевых продуктов на отделение желудочного сока
18. Состав, свойства желчи и ее значение для пищеварения
19. Регуляция желчеобразования и желчевыделения
20. Кровотворение и его регуляция
21. Пищеварение в тонком кишечнике
22. Состав, свойства кишечного сока и его значение в пищеварении
23. Регуляция деятельности желез кишечника
24. Виды кишечного пищеварения
25. Моторная функция тонкого кишечника и ее регуляция
26. Пищеварение в толстом кишечнике
27. Дефекация
28. Физиологическая сущность всасывания
29. Современные представления о локализации и функции пищеварительного центра

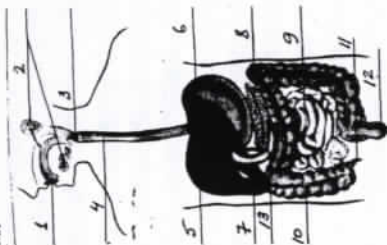
11.1. СИСТЕМА ПИЩЕВАРЕНИЯ СУЩНОСТЬ И ЗНАЧЕНИЕ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Под пищеварением понимается, совокупность физических, химических и физиологических процессов, обеспечивающих обработку и превращение пищевых продуктов в простые соединения, способные усваиваться клетками организма.

Физические изменения пищи заключаются в механической обработке: измельчение, перемешивание и растворение. Под влиянием ферментов, содержащихся в соках пищеварительных желез. Ферменты расщепляют белки, жиры, углеводы на простые химические соединений (аминокислоты, глицерин, сахара, моносахара). Вода, минеральные соли, витамины переходят в кровь в неизмененном виде.

В результате обработки пищевых продуктов организм животного и человека снабжается строительным (пластическим) материалом, который используется в процессе роста и воспроизведения. Питательные вещества являются также источником энергии, покрывающим расходы организма.

Характеристика пищевых веществ. Содержание углеводов и жиров в различных пищевых продуктах подвержено значительным колебаниям.



Общая картина пищеварительной системы. 1-ротная полость; 2-слюнные железы; 3-глотка; 4-пищевод; 5-желудок; 7-желчный пузырь; 8-поджелудочная железа; 9-тонкая кишка; 10- толстая кишка; 11-червовидный отросток; 12- прямая кишка; 13-двенадцатиперстная кишка.

Например, белков больше в пище животного происхождения, углеводов - в растительной.

Необходимой составной частью любой пищи являются минеральные соли и вода. Они принимают участие в построении тела животного, как белки, углеводы и жиры. Кроме того, вещества, которые подобно солям и воде не имеют значения как носители энергии, но присутствие их в пище необходимо. К ним относятся липиды и витамины.

Внутренний желудочно-кишечного тракта. И.П.Разенков, один из основателей И.П.Павлова, выделил следующие функции желудочно-кишечного тракта: двигательную (моторную), секреторную (внешняя секреция), инкреторную (внутренняя секреция), экскреторную, всасывательную функцию, связанную с деятельностью бактерий. Моторная, или двигательная, функция заключается в мускулатуре пищеварительного аппарата и проявляется в жевании, глотании, передвижении пищи по пищеварительному тракту и удалении из организма непереваренных остатков. Секреторная функция заключается в выделении железистыми клетками пищеварительных соков: слюны, желудочного, поджелудочного, кишечного соков и желчи. Секреторная функция связана с образованием в пищеварительном тракте гормонов, которые оказывают специфическое влияние на процесс пищеварения. Экскреторная функция заключается в выделении из организма продуктов обмена веществ (например, мочевины, аммиака, желчных кислот), воды, солей тяжелых металлов, лекарственных веществ, которые затем удаляются из организма. Всасывательная функция осуществляется слизистой оболочкой желудка и тонкого кишечника. В различных отделах желудочно-кишечного тракта характерная для них бактериальная флора, которая оказывает существенное влияние на организм животных и человека.

И.П.ПАВЛОВ - СОЗДАТЕЛЬ УЧЕНИЯ О ФИЗИОЛОГИИ ПИЩЕВАРЕНИЯ

В конце XIX и начале XX столетия ознаменовались важными достижениями в области физиологии пищеварения. И.П.Павловым и его школой был разработан и широко внедрен в

практику лабораторного эксперимента новый метод исследования пищеварительных процессов - метод хронических экспериментов классических опытах на здоровых собаках И.П.Павлов выявил основные закономерности деятельности различных отделов пищеварительного канала. Была дана подробная характеристика работы желудочно-кишечного тракта при приеме различных видов пищи, вскрыты особенности секреторного процесса и описаны основные физиологические механизмы его регуляции.

Результаты исследований И.П.Павлова по физиологии пищеварения обобщены в его книге «Лекции о работе желудка и пищеварительных желез», изданной в 1897 г. В 1901 г. И.П.Павлову за его работы по физиологии пищеварения была присуждена Нобелевская премия.

Процесс пищеварения происходит в полости рта, желудка и двенадцатиперстной кишке, тонком и толстом кишечнике.

11.2. ПИЩЕВАРЕНИЕ В РОТОВОЙ ПОЛОСТИ

Ротовая полость - входные ворота желудочно-кишечного тракта и из него во внутреннюю среду организма - в ротовую полость обильно выделяется слюна, язык, губы, язык, многочисленные чувствительные нервные окончания, представленные тактильными, температурными, болевыми, вкусовыми и осморцепторами. Таким образом, ротовая полость имеет счет своего рецепторного аппарата имеет широкие афферентные связи с центральной нервной системой. В ротовой полости совершается своеобразный «осмотр» того, что поступает. Отсюда вытекает представление И.П.Павлова о приеме пищи и отвергаемых веществах, поступающих в ротовую полость. Отвергаемые вещества, попавшие в ротовую полость, обезвреживаются или же удаляются из нее. Например, соляная кислота в ротовой полости нейтрализуется до известной степени, или действие ее значительно ослабляется за счет разбавления слюной.

Пищеварение в полости рта - первое звено в сложном процессе пищеварения, слагающегося из сосания (у ребенка раннего возраста), жевания, слюноотделения и глотания, оно начинается с приема пищи, который является пусковым механизмом функционирования желудочно-кишечного тракта.

Сосание - рефлекторный акт, который обеспечивает

высасывание молока из молочных желез матери в ротовую полость ребенка. Центр, регулирующий сосательные движения, находится в височном мозге (часть пищевого центра).

Жевание - сравнительно простой рефлекторный акт, осуществляющийся на основе безусловного рефлекса, заключающийся в жевании и опускании нижней челюсти по отношению к верхней, языком. В результате этого пища разрезается, перетирается, измельчается. В процессе жевания происходит смешивание пищевой массы со слюной и формирование пищевого комка, который затем поступает в желудок. Жевание способствует образованию пищевого комка, который затем поступает в желудок. Жевание способствует образованию пищевого комка, который затем поступает в желудок. Жевание способствует образованию пищевого комка, который затем поступает в желудок.

Жевание способствует образованию пищевого комка, который затем поступает в желудок. Жевание способствует образованию пищевого комка, который затем поступает в желудок. Жевание способствует образованию пищевого комка, который затем поступает в желудок.

Слюнные железы

Слюнные железы делятся на малые и большие. Многие малые слюнные железы имеют в слизистой оболочке протоки, твердого и мягкого неба, языкам и глотки. Большие слюнные железы находятся вне ротовой полости и связаны с ней протоками. Самой крупной из слюнных желез является слюнная железа, которая у человека расположена спереди и несколько выше от ротовой полости. Проток околоушной железы открывается на слизистой оболочке щеки, на уровне второго верхнего моляра. Проток по величине слюнными железами являются слюнные железы и затем подязычные железы, расположенные в ротовой полости под слизистой оболочкой ротовой полости, и слюнные железы, локализирующиеся под мышцами ее дна, имеют выводной проток, который открывается у уздечки языка.

По функциональным признакам различают три группы слюнных желез. К 1-й группе относятся слюнные железы, секрет которых содержит много муцина. Эти мелкие слюнные железы расположены в слизистой оболочке корня языка, мягкого неба. Во 2-ю группу входят так называемые

серозные (белковые) железы. Их секрет содержит много белка и солей. К этим железам относятся околоушные и слюнные железы боковой поверхности языка. 3-ю их составляющую слюнные железы получили название гетеротипных (смешанных). Они продуцируют и выделяют односторонние секреты, например, серозный и слизистый смешанным железам относятся подчелюстные и подъязычные также мелкие слюнные железы, имеющиеся в слизистой оболочке губ и кончика языка.

Состав, свойства и значение слюны

В состав слюны входит секрет околоушных, подчелюстных и подъязычных слюнных желез, а также многочисленные железы языка, дна полости рта и неба. Поэтому слюна, находящаяся в ротовой полости, носит название смешанной слюны. Но составу смешанная слюна отличается от слюны, получаемой выводных протоков слюнных желез, тем, что в ней содержатся микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности, слущившиеся эпителиальные клетки, слюнные тельца - нейтрофилы, лейкоциты, проникшие в слюну через слизистую оболочку рта.

Слюна - первый пищеварительный сок. У взрослого человека за сутки ее образуется 0,5-2 л. В слюне имеются различные по происхождению белки, в том числе белок слизистое вещество - муцин. Пищевой комочек, увлажненный слюной благодаря муцину становится скользким и легко продвигается по пищеводу.

Основными ферментами слюны являются амилаза (отмалытаза, которые действуют только в слабощелочной среде). Амилаза расщепляет крахмал (полисахарид) до мальтозы (дисахарид). Мальтаза действует на мальтозу и сахарозу, расщепляя их до глюкозы. Благодаря наличию в слюне амилазы она обладает бактерицидными свойствами и предупреждает развитие кариеса.

Слюна выполняет ряд функций. Пищеварительная функция осуществляется за счет ферментов амилазы и мальтазы, благодаря которым происходит расщепление углеводов. Благодаря растворению пищевых веществ слюна обеспечивает возникновение вкуса и запаха пищи. Слюна способствует возникновению вкусовых ощущений; слюна смачивает и связывает пищу, муцину отдельные частицы пищи и тем самым участвует в продвижении пищи по пищеводу.

в организме слюны стимулирует секрецию слюнных желез; слюна необходима для акта глотания. Слюна выполняет функцию слюны заключается в том, что в составе слюны могут выделяться некоторые продукты обмена, такие как мочевая кислота, лекарственные средства (хинин, стрихнин) и ряд других веществ, поступивших в организм (соли, сахара, алкоголь).

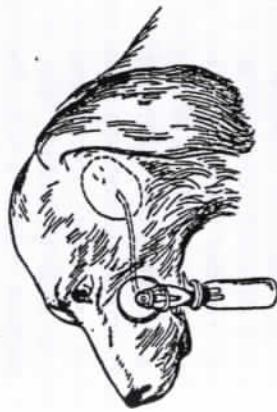


Рис. 38. Собака с фистулой околоушной железы. На коже в области отверстия выведенного наружу протока прикреплена воронка с пробиркой для собирания слюны.

Основная функция слюны состоит в отмывании раздражающих веществ, попавших в ротовую полость; бактерицидным действием слюны обладает благодаря присутствию лизоцима: фермент, способствующий уничтожению бактерий. Слюна также участвует в переваривании пищи.

Слюна находится в полости рта непродолжительное время - 15-20 минут. Поэтому в ротовой полости не происходит полного переварения крахмала. Однако действие ферментов слюны продолжается некоторое время в желудке. Это становится возможным потому, что пищевой комочек, попавший в желудок, остается кислым желудочным соком не сразу, а постепенно - в течение 20-30 мин. В это время во внутренних слоях пищевого комка в щелочной среде продолжается действие ферментов слюны, что приводит к расщеплению углеводов.

Изучение деятельности слюнных желез. Деятельность слюнных желез изучают в остром и хроническом эксперименте. Острые опыты позволяют изучать у животных функцию слюнных желез при раздражении нервов и действия биологических веществ, исследовать биохимические

потенциалы железистых клеток с помощью микроэлектродов

Хронические эксперименты дают возможность изучать динамику секреции желез и изменения состава слюны в зависимости от различных пищевых и отвергаемых веществ. В лаборатории И.П.Павлова его учеником Д.Л.Глинским (1895) была проведена операция наложения хронической фистулы слюнной железы. У собаки под наркозом вырезали кусочек слизистой оболочки, в центре которой имелся отверстие протока слюнной железы. Слюнный проток не должен был быть поврежден. Затем прокалывают щеку и вырезанный кусочек слизистой оболочки через отверстие прокола выводят на наружную поверхность щеки. Слизистую подшивают к коже щеки (рис. 1). Через несколько дней рана заживает, и слюна поступает наружу через выведенный проток слюнной железы. Перед опытом в собаку у места выхода протока приклеивают воронку, к которой подвешивают градуированную пробирку. В эту пробирку стекает слюна, которая становится доступной для исследования.

Для изучения слюноотделения у человека пользуются специальной капсулой Лешли-Красногорского.

Влияние состава пищевых продуктов на слюноотделение

И.П.Павловым установлена весьма точная и тонкая реакция слюнных желез на раздражение рецепторов ротовой полости отвергаемыми и приемлемыми веществами. Было показано, что качество и количество отделяемой слюны определяется характером раздражителя. Качество слюны, ее ферментный состав зависят от особенностей пищевого рациона. Если в состав пищи входят продукты растительного происхождения, то в слюне увеличивается количество ферментов, обеспечивающих расщепление углеводов. Если собак, в слюне которых нет амилазы и мальтазы, содержат на растительной пище, то в слюне появляются эти ферменты. Количество слюны также зависит от характера пищи. Если в пищу содержится мало воды, например, при употреблении сушеной пищи, выделяется слюна с большим содержанием жидкости. Когда в состав пищи включено значительное количество воды, то содержание в выделяющейся слюне уменьшается. Слюна, выделяющаяся при поступлении в ротовую полость несъедобных веществ от слюны, отделяющейся при введении в ротовую полость несъедобных веществ (например, кислоты, щелочи, и

и т.д.), выделяющейся на пищевые вещества, содержится значительное количество ферментов, она богата муцином, главным ее вязкостью. При попадании в ротовую полость твердых, отвергаемых веществ выделяется слюна жидкая и вязкая, бедная органическими соединениями. Благодаря обильной жидкой слюны вредные вещества смываются слизистой оболочкой ротовой полости и не поступают внутрь организма. Если в полость рта попадает кислота или щелочь, то их разбавляет и тем самым уменьшает их вредное действие на организм.

Регуляция слюноотделения

Слюноотделение является реакцией на раздражение рецепторов ротовой полости. Отделение слюны может наблюдаться и при раздражении рецепторов желудка, эмоциональном возбуждении.

Афферентными (центростремительными) нервами, иннервирующими слюнную железу, являются парасимпатические и симпатические волокна. Парасимпатическая иннервация слюнной железы осуществляется секреторными нервами, проходящими в составе языкоглоточного нерва. Симпатическими секреторными волокнами, идущими в составе нерва (барабанная струна). Симпатическая иннервация слюнных желез осуществляется симпатическими нервными окончаниями, которые начинаются от нервных клеток боковых рогов спинного мозга (на уровне 2-6-го грудных сегментов) и проходят в верхнем шейном симпатическом ганглии.

Раздражение парасимпатических волокон приводит к выделению обильной и жидкой слюны. Раздражение симпатических волокон вызывает отделение небольшого количества густой слюны.

Центр слюноотделения находится в ретикулярной формации продолговатого мозга. Он представлен ядрами лицевого и языкоглоточного нервов.

Проводительными (центrostремительными, афферентными) нервами, связывающими ротовую полость с центром слюноотделения, являются волокна тройничного, лицевого, языкоглоточного и блуждающего нервов. По этим нервам поступают импульсы в центральную нервную систему от

вкусовых, тактильных, температурных, болевых рецепторов ротовой полости. При действии на рецепторы полости рта раствором новокаина, перерезке афферентных или эфферентных нервных путей или разрушении центра слюноотделения раздражение рецепторов полости рта пищей не вызывает слюноотделения. Это служит доказательством рефлекторного механизма секреции слюнных желез.

Слюноотделение осуществляется по принципу безусловных условных рефлексов. Безусловно-рефлекторное слюноотделение происходит при попадании пищи в ротовую полость. Раздражает рецепторы ротовой полости, и от них идут импульсы по афферентным путям поступают в центр слюноотделения. От слюноотделительного центра по эфферентным волокнам возбуждение доходит до слюнных желез и они начинают выделять слюну (рис. 39).



Рис. 39. Схема рефлекторного выделения слюны. 1 - центростремительное (афферентное) волокно, передающее возбуждение с рецепторов языка; 2 - центр слюноотделения (эфферентное) волокно, по которому импульсы поступают в слюнную железу; 3 - центр слюноотделения в продолговатом мозге; 4 - слюнная железа и ее проток.

Слюноотделение может осуществляться и условно-рефлекторно. Вид и запах пищи, звуковое раздражение, связанное с приглатыванием пищи, вид человека, дающего пищу, и запах пищи, совпадающие во времени с кормлением животного, приводят к отделению слюны. При виде и запахе пищи возбуждаются зрительные и обонятельные рецепторы, от них нервные импульсы поступают в мозговые отделы зрительного и обонятельного анализаторов, затем в корковое представительство центра слюноотделения. Оттуда возбуждение идет к булбарному центру слюноотделения и по эфферентным путям - к слюнным железам, которые начинают обильно выделять слюну. Таким образом, рефлекторная дуга условного рефлекса проходит

в продолговатом мозге.

У человека, в отличие от животных, слюна может выделяться только при виде и запахе пищи, звуковых раздражениях, связанных с приготвлением знакомой пищи, но даже при голоде и воспоминании о ней. У человека и животных безусловнорефлекторное слюноотделение возможно только при наличии инстинкта.

Глотание является безусловно рефлекторным актом, в процессе которого пищевой комочек из полости рта проводится в пищевод в желудок. По пищеводу пищевой комочек движется в сторону желудка благодаря сокращению мышц желудка, лежащих выше пищевого комка, и расслаблению мышц, лежащих ниже его. Продвижению пищевого комка по пищеводу способствует также тяжесть самого комка и наличие всасывательного внутригрудного давления. Процесс глотания очень быстр. Твердая пища проходит по пищеводу в течение 6-8 секунд - 2-3 с. Акт глотания обеспечивается многочисленными нервными центрами глотания с другими центрами, связанными в продолговатом мозге.

Механизм открытия кардиального сфинктера. Вне желудка мышечный вход в желудок закрыт. Кардиальный сфинктер открывается рефлекторно при раздражении рецепторов нижнего отдела пищевода, а также рецепторов слизистой оболочки ротовой полости и Глотки. Открытию кардиального сфинктера способствуют сокращение мышц глотки, расслабление пищевода, сила тяжести пищевого комка, сокращение диафрагмы при вдохе. Блуждающие нервы понижают тонус кардиального сфинктера и способствуют его открытию. Симпатические нервы повышают тонус сфинктера и обеспечивают его закрытие.

11.3. Пищеварение в желудке

Пища из ротовой полости поступает в желудок, где она подвергается дальнейшей химической и механической обработке. Желудок является резервуаром для пищи. Его вместимость у взрослого человека около 3 л. Желудок состоит из кардиального и фундального отделов. Кардиальный отдел включает в себя кардиальную область, тело и дно желудка. Фундальный отдел состоит из преддверия привратника (более

широкая, ближайшая к телу часть) и канала привратника (часть, прилегающая к двенадцатиперстной кишке).

Эфферентная иннервация желудка осуществляется вегетативной нервной системой. Симпатическая иннервация обеспечивается волокнами чревных, парасимпатическая — волокнами блуждающих нервов. Кроме того, в эфферентной иннервации желудка принимают участие волокна диафрагмального нерва. Афферентные импульсы от рецепторов желудка поступают по центральной нервной системе по волокнам блуждающего нерва.

Химическая обработка пищи осуществляется за счет ферментов желудочного сока и слюны. Механическая обработка обеспечивается моторной деятельностью желудка. Под влиянием химических и механических воздействий пищевые комки в желудке превращаются в пищевую кашу (химус).

11.4. Функции желудка

Секреторная функция желудка обеспечивается железами, находящимися в его слизистой оболочке. Моторная функция осуществляется за счет сокращения мускулатуры стенок желудка, благодаря чему происходит перемешивание пищи и ее продвижение ее в двенадцатиперстную кишку. Всасывание и функция способствую поступлению в организм из желудка минеральных солей, спирта, лекарственных веществ, препаратов расщепления белка. Экскреторная функция желудка заключается в выделении с желудочным соком продуктов обмена (мочевина), углеводов (молочная кислота), лекарственных веществ (йод, хинин, морфий, мышьяк, салицилат натрия). Инкреторная функция связана с тем, что в желудке образуются ряд гормонов, которые оказывают специфическое действие на процесс пищеварения. Кроме того, в желудке образуется антагонистически и гормон. Желудок регулирует температуру принятой пищи, участвует в регуляции водно-солевого баланса организма. Бактерицидная функция осуществляется за счет соляной кислоты желудочного сока, которая стерилизует содержимое желудка.

Железы желудка. В слизистой оболочке желудка различают три вида желез: кардиальные, собственные железы (фундальные) и железы привратника (пилорические). Они состоят из главных, добавочных, мукоцитов, паракри-

тинов, мукоцитов (обкладочных клеток). Главные клетки выделяют пепсиноген, добавочные клетки и мукоциты — мукоидный секрет. Обкладочные клетки выделяют слизь, которая предохраняет слизистую оболочку желудка от повреждения кислотой. Кроме того, в слизистой оболочке желудка обнаружены клетки (аргентафиноциты), которые выделяют биогенные амины (серотонин) и клетки, выделяющие гастрин.

Слизистая оболочка малой кривизны желудка, дна и тела желудка содержит главные, обкладочные, добавочные клетки и аргентафиноциты. Желудочный сок этих частей желудка кислый. Желудочная часть желудка образована мукоцитами, пилорическими клетками, образующими гастрин. В направлении к привратнику кишечника количество и размер обкладочных клеток уменьшается, и в антральной части желудка они отсутствуют. Вследствие этого и сок этой части желудка имеет кислую реакцию.

11.5. Методы изучения секреции желудочных желез

В 1842 г. русский хирург В.А.Басов произвел операцию на собаке, удалив ей часть желудка. Желудочные фистулы — отверстия, созданные оперативным путем, посредством которых устанавливается сообщение между полостью желудка и внешней средой. Желудочные фистулы устанавливаются в различных частях желудка. У собак, находящихся под наркозом, вскрывают брюшную полость, находят желудок и в его стенке делают небольшое отверстие, в которое вводят специальную канюлю (фистульную трубку), напоминающую по внешнему виду катушку.

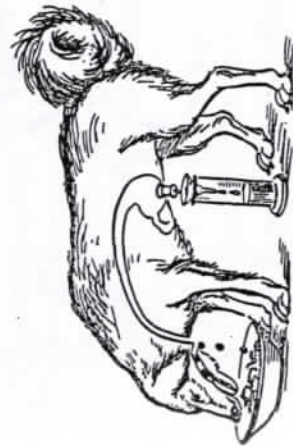


Рис. 39. Опыт с минимым кормлением.

Один конец канюли закрепляется специальным наложением на стенку желудка, другой выводит через брюшную полость зашивая. Канюлю закрывают крышкой, чтобы содержимое желудка не вылилось. Крышку с канюли снимают только во время опытов. У животных оперированных таким способом, в любой момент можно получить желудочное содержимое, но не чистый желудочный сок. Только когда собака видит пищу и ощущает запах пищи, экспериментатор имеет возможность собирать в канюлю небольшое количество желудочного сока, без примесей слюны.

В 1889 г. И.П.Павловым и Е.О.Шумовой-Симановской разработана методика, позволяющая изучить особенности секреции желудочного сока при раздражении пищей рецепторов полости. После наложения фистулы на желудок у собаки через пищевод на шею (эзофаготомия) и оба его конца выводят наружу, зашивая в кожную рану. Во время кормления такого животного пища не поступает в желудок, а выпадает из верхнего его отдела в пищевод. Собака может часами есть пищу, не насыщаясь. И.П.Павлов назвал это мнимым кормлением (рис. 39). При кормлении подобных собак из желудка выделяется желудочный сок, не содержащий никаких примесей слюны. В соблюдении условий опыта можно получить большое количество сока.



Рис. 40. Собака с изолированным по И. П. Павлову желудком.

После наложения фистулы желудка в комбинации с эзофаготомией можно изучать рефлекторные влияния с рецепторов желудка и глотки на железы желудка. Однако с помощью этого метода невозможно выявить особенности воздействия на секреторную деятельность желез пищи, находящейся в желудке.

В 1901 г. И. П. Павлов, усовершенствовав метод Гейденгайна, предложил новую операцию - создание маленького изолированного желудка. Сущность этой операции состоит в том, что из большого желудка при помощи специальных разрезов вынимают маленький желудочек, не сообщаящийся с основным желудком. Этот желудочек вставляют канюлю, или его края вшивают в кожную рану (рис. 40).

В результате операции И.П.Павловым желудок является изолированным, он не нарушает кровоснабжения и иннервацию маленького желудка. В результате секреторные процессы в нем протекают нормально, и, как в зеркале, отражают активность железистого желудка большого желудка. Пища в изолированный желудочек не попадает, выделяемый его железами желудочный сок свободен от примесей слюны и можно изучить качественный и количественный его состав.

Для получения желудочного сока у человека применяют изолированный зонд. Секретцию желудка вызывают используя физическое и химическое раздражение его слизистой оболочки с помощью пробы пробного завтрака: 50 г белого хлеба и стакан теплой воды или раствор кофеина, или капутный сок. Через некоторое время после еды через зонд извлекают содержимое желудка и производят его анализ.

Можно использовать толстый зонд для одномоментного исследования секреторной функции желудка и тонкий зонд для длительного изучения активности секреторного аппарата желудка.

В случае противопоказаний к зондированию при массовых заболеваниях желудка и в детской практике применяют и беззондовые методы. К ним относятся, например, десмоидная проба, зондирование уропепсина, радиотелеметрия, электрогастрография и

Состав, свойства и значение желудочного сока

У взрослого человека в течение суток образуется около 1 л желудочного сока.

Желудочный сок содержит ферменты (пепсин, желудочный химозин и др.), хлористоводородную кислоту (0,4-0,5%), гастромукопротеин, слизь, минеральные вещества, воду. Слизь защищает слизистую оболочку желудка от саморазрушения, вредных воздействий механического и химического характера, предохраняет от разрушения витамины группы В и С, повышает секретцию желез желудка и поджелудочной железы. Гастромукопротеид необходим для всасывания витамина В₁₂. Взаимодействию с которым образуется антианемический фактор.

Ферменты доставляют главную часть органических веществ входящих в состав желудочного сока. Первостепенное значение среди ферментов имеет пепсин, который вырабатывается железистыми клетками в неактивной форме. В активную форму переходит при воздействии на него хлористоводородной кислоты. Пепсин проявляет свое действие только в кислой среде, расщепляет белки до альбумоз и пептонов. Фермент обладает активностью гастриксина близка к активности пепсина. Может вызывать створаживание молока, так как переводит растворимый белок - казеиноген в нерастворимую форму - казеин.

В желудочном соке обнаружены также неперевариваемые ферменты. Одним из таких ферментов является липаза, обеспечивающий бактерицидные свойства желудочного сока. Установлена слабая амилалитическая и липолитическая активность желудочного сока.

Переваривающая способность желудочного сока, выделяемого различными отделами слизистой оболочки желудка, неодинакова. Наибольшей переваривающей способностью обладает желудочный сок, который выделяют железы малой кривизны желудка, наименьшей - желудочный сок пилорического отдела желудка.

Влияние состава пищевых продуктов на желудочную секрецию

Железы желудка вне процесса пищеварения выделяют слизь и пилорический сок. После поступления пищи в ротовую полость или при виде пищи, ее запахе и действии на органы других раздражителей, связанных с едой, начинается сокоотделение в желудке. Скрытый, латентный, и

деления желез желудка непродолжителен, и сокоотделение прекращается через 5-9 мин после того, как человек или животное насытится.

Установлено, что продолжительность секреторного процесса, количество и качество желудочного сока находятся в строгой зависимости от характера пищи. Доказательством наличия такой зависимости являются классические опыты, проведенные в лаборатории И.П.Павлова на животных с изолированным малым желудком. Собаки получали хлеб в качестве углеводной пищи, жирное мясо, содержащее в основном белки, и молоко, в состав которого входят белки, жиры, углеводы.

Установлено, что начало секреции при любом пищевом раздражителе всегда связано с обстановкой, предшествующей и сопровождающей принятию пищи, а также рефлексорным действием с рецепторов ротовой полости и глотки на пищеварительный аппарат желудка. В результате в 1-й час количество и качество желудочного сока, выделяющегося при употреблении мяса и мяса, не зависели от химических свойств пищи. В следующие часы интенсивность и продолжительность секреции желудочного сока определяется химическими свойствами пищи (разные части пищи, продукты ее переваривания, гормоны). Из этого также, что больше всего сока выделяется после употребления мяса, меньше - хлеба и молока. Длительность секреции сока на мясо сок выделяется в течение 7 ч, на хлеб - 10 ч, на молоко - 6 ч. Максимальное количество сока отделяется после употребления мяса к концу 2-го часа, хлеба - 1-го часа, молока - на 3-й.

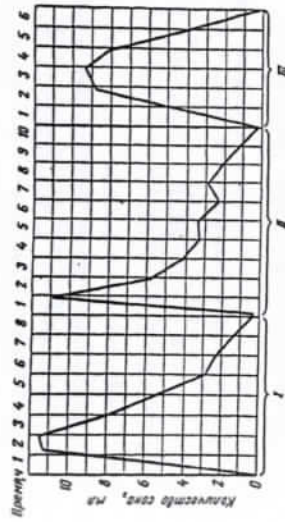


Рис. 41. Кривые секреции желудочного сока у собак при кормлении мясом (I), хлебом (II), молоком (III).

перистальтические, систолические и тонические. Моторная функция желудка обеспечивается работой гладкой мускулатуры. Эта функция способствует перемешиванию, размельчению и продвижению содержимого желудка в двенадцатиперстную кишку.

Перистальтические движения осуществляются в виде волнообразных сокращения циркулярных мышц желудка. Волна сокращения начинается в области кардиального отдела и распространяется по направлению к привратнику. Перистальтические волны возникают у человека с частотой 3 раза в 1 мин.

Систолические сокращения связаны с сокращением антральной части пилорического отдела желудка. Эти сокращения обеспечивают переход значительной части содержимого желудка в двенадцатиперстную кишку.

Тонические сокращения - неперистальтические движения желудка, обусловленные изменением тонуса мышц. Повышение тонуса мышц желудка приводит к уменьшению полости в желудке или во всем желудке и к увеличению давления в нем. Тонические сокращения также способствуют перемещению содержимого желудка. При понижении тонуса мышц, особенно желудка, объем органа увеличивается, что создает условия для быстрого поступления пищи в этот отдел пищеварительной системы.

При пустом желудке возникают периодические его сокращения (голодная моторика), которые сменяются состоянием (перемежающийся покой). Этот вид сокращения мышц желудка связан с опорожнением желудка. У человека продолжительность периодов работы желудка составляет 20-50 мин, периоды покоя длятся 45-90 мин в сутки. Периодические сокращения желудка прекращаются с началом и продолжением приема пищи. Кроме указанных видов сокращения, в желудке различают антиперистальтику, которая наблюдается при рвоте.

Регуляция моторной функции желудка. Осуществляется за счет нейрогуморальных механизмов. Блуждающие нервы возбуждают моторную активность желудка, симпатические - в большинстве случаев угнетают. Доказано, что в регуляции моторной функции желудка определенную роль играют диафрагмальные нервы, содержащие парасимпатические волокна. На моторику желудка оказывают влияние гуморальные факторы. Возбуждают сокращение гладкой мускулатуры желудка норадреналин, гистамин, ионы калия, тормозят - энтерогастрин.

гормоны: панкреатин-панкреозимин, адреналин, норадреналин. Систолическое раздражение кишечника самими разнообразными веществами приводит к рефлекторному торможению перистальтики желудка (энтерогастральный рефлекс). В двенадцатиперстную кишку жир и хлористоводородной кислоты. Стимулятором моторной деятельности желудка являются также раздражение рецепторов желудка пищей.

Рвота. Рвота - сложный координированный двигательный акт, в нормальных условиях выполняющий защитную функцию, в результате которой из организма удаляются вещества.

Возникает рвота при раздражении рецепторов глотки, корня языка желудка недоброкачественной пищей или чрезмерным ее количеством. Кроме того, рвота может наблюдаться при раздражении вестибулярных рецепторов (во время передвижения в транспорте, самолете, машине, корабле), обонятельных, зрительных рецепторов (при запахе и виде недоброкачественных продуктов), рецепторов внутренних органов (например, при воспалительных заболеваниях органов брюшной полости). От рецепторов нервные импульсы поступают в соответствующий центр в продолговатом мозге и повышают его активность. Возбуждающее действие на него могут оказывать и химические вещества, находящиеся в желудке (продукты жизнедеятельности бактерий, токсины, некоторые лекарственные вещества, например, апоморфин и др.).

При рвоте начинается с сокращения мускулатуры тонкого кишечника, при этом содержимое кишечника передвигается через привратник в желудок. Сокращение гладких мышц желудка (антиперистальтика) доставляет содержимое желудка к его кардиальному отделу. Кардиальный сфинктер закрывается и содержимое желудка поступает в пищевод, в свою очередь сокращается и наружу. Во время акта рвоты отмечается сокращение мышц брюшного пресса и диафрагмы, что способствует осуществлению рефлекторной реакции.

Вакуация пищевой кашицы в двенадцатиперстную кишку осуществляется благодаря сокращению мускулатуры желудка пищевая кашица выталкивается от кардиальной его части к пилорической и затем попадает в желудок. Быстроота перехода пищевой кашицы из желудка

в двенадцатиперстную кишку зависит от состава, консистенции, осмотического давления желудочного содержимого и наполнения двенадцатиперстной кишки. Содержимое желудка переходит в двенадцатиперстную кишку только тогда, когда консистенция становится жидкой или полужидкой. В состоянии двенадцатиперстной кишки эвакуация пищи кашицы задерживается и может временно совсем прекратиться. Пища находится в желудке от 6 до 10 ч. Угленодная эвакуируется быстрее, чем пища, богатая белками, жирная задерживается в желудке от 8 до 10 ч. Жидкость немедленно переходит в двенадцатиперстную кишку сразу после поступления в желудок. Хорошо измельченная пища покидает желудок быстрее, чем плохо измельченная.

Пищевая кашка поступает в двенадцатиперстную кишку отдельными порциями в момент, когда открывается сфинктер привратника. Сокращения пилорического отдела желудка способствуют передвижению пищевой кашицы к сфинктеру привратника. Возбуждение его рецепторов через блуждающие нервы приводит к расслаблению и открытию сфинктера.

Раздражение же содержимым желудка рецепторов слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки обеспечивает возбуждение симпатических нервов. Рефлекторный механизм вызывает закрытие сфинктера привратника за счет сокращения его кольцевых мышц. Сфинктер будет закрыт до тех пор, пока химус не достигнет перистальтики не продвинется дальше по двенадцатиперстную кишку.

Регуляция деятельности сфинктера привратника осуществляется также хлористоводородной кислотой. Открытие сфинктера привратника происходит вследствие раздражения слизистой оболочки пилорической части желудка хлористоводородной кислотой желудочного сока. Часть пищи в это время переходит в двенадцатиперстную кишку и реакция содержимого становится кислой вместо щелочной. Когда действуя на слизистую оболочку двенадцатиперстной кишки вызывает рефлекторное сокращение мускулатуры привратника, есть закрытие сфинктера и, следовательно, прекращение дальнейшего перехода пищевой кашицы из желудка в кишку («запирательный пилорический рефлекс»). Когда двенадцатиперстной кишке кислота нейтрализуется под влиянием

выбрасываемых соков и реакция вновь становится щелочной, весь процесс повторяется.

Пищеварение в двенадцатиперстной кишке

Основная пищеварительная кишка является центральным отделом пищеварительного канала. Здесь начинается второй этап пищеварения, который имеет ряд особенностей. В процессе пищеварения в двенадцатиперстной кишке участвуют панкреатический (поджелудочный) сок, желчь и кишечный сок, которые имеют выраженную щелочную реакцию. В состав поджелудочного и кишечного сока входят ферменты, расщепляющие белки, жиры, углеводы.

Состав, свойства и значение панкреатического сока

У взрослого человека за сутки выделяется 1,5-2 л поджелудочного сока. В состав поджелудочного сока входят органические и неорганические вещества. Органические вещества представлены в основном ферментами - протеолитическими, липолитическими и другими. К протеолитическим ферментам панкреатического сока относятся: трипсин, химотрипсин, панкреатонептидаза (эластаза) и панкреатонептидазы. Трипсин выделяется в кишечник в неактивном состоянии в виде трипсиногена. Активируется трипсиноген трипсинозой кишечного сока. Химотрипсин, эластаза, панкреатонептидазы выделяются также в неактивном состоянии. Эти ферменты активируются трипсином. Роль протеолитических ферментов заключается в том, что под их влиянием нативные белки и продукты их распада (маломолекулярные полипептиды) расщепляются до маломолекулярных полипептидов и аминокислот. В панкреатическом соке содержатся также ингибиторы протеолитических ферментов. Они имеют существенное значение в сокращении поджелудочной железы от самопереваривания (панкреатита).

К амилолитическим ферментам поджелудочного сока относятся амилаза, расщепляющая углеводы до мальтозы, мальтазы, расщепляющая солодовый сахар (мальтозу) в глюкозу, лактаза, расщепляющая молочный сахар (лактозу) до моносахаридов.

В состав ферментов, в состав липолитических

ферментов входят липаза и фосфолипаза А. Липаза секреторна в активном состоянии. Ее активность возрастает в присутствии кальция и солей желчных кислот. Липаза расщепляет триглицериды и жирных кислот. Фосфолипаза А секретируется в виде неактивной формы. Активируется фосфолипаза А в двенадцатиперстной кишке трипсином. Фосфолипаза А расщепляет жиры на продукты расщепления жиров.

11.5. Методы изучения деятельности поджелудочной железы

Для изучения функции поджелудочной железы и формирования состава поджелудочного сока в 1879 г. И.П. Павлов разработал методику наложения хронической фистулы поджелудочной железы. Сущность операции состоит в том, что участок стенки двенадцатиперстной кишки в месте впадения протока поджелудочной железы иссекают. Целостность протока восстанавливают швами, а иссеченный участок сшивают протоком в центре вшивают в кожную рану. Операцию собаки нуждаются в тщательном уходе и специальном питании. В настоящее время операция наложения фистулы поджелудочной железы видоизменена. Сущность изменения состоит в том, что на двенадцатиперстную кишку напротив выводного протока поджелудочной железы накладывают обыкновенную кишечную фистулу. При необходимости отверстие фистульной трубки вводят канюлю в пилорический проток и собирают поджелудочный сок. После окончания операции канюлю из протока удаляют, фистульную трубку закрывают и течет снова в полость кишки.

Собирание и исследование чистого поджелудочного сока человека в нормальных физиологических условиях затруднено. Можно лишь путем зондирования двенадцатиперстной кишки извлечь не поджелудочный сок, а дуоденальный секрет.

11.6. Регуляция секреции поджелудочной железы

Роль нервной системы в секреторной активности поджелудочной железы впервые была установлена в лаборатории И.П. Павлова. В опытах с перерезкой и раздражением электрическим током блуждающих нервов было показано, что нервы являются секреторными для поджелудочной железы.

И.П. Павлов обнаружил, что раздражение, главным образом симпатических нервов также может вызывать сокращение поджелудочной железы. Однако блуждающие и симпатические нервы в своем составе содержат и нервные волокна, возбуждения которых тормозят внешнесекреторную функцию поджелудочной железы.

В экспериментальных представлениях, секреция поджелудочной железы происходит в три фазы: сложнорефлекторную (мозговую), простую и кишечную.

Сложнорефлекторная фаза осуществляется на основе условных рефлексов.

Важнейшими раздражителями, связанными с процессом пищеварения, являются запах, вкус и вид пищи. Вкус и запах пищи, ее запах, звуковые раздражения, связанные с процессом пищеварения, разговор о вкусной пище или воспоминания о вкусной пище приводят к отделению поджелудочного сока. В этом случае выделение сока происходит под влиянием импульсов, идущих от коры большого мозга к поджелудочной железе, то есть условнорефлекторно.

Сложнорефлекторная секреция поджелудочного сока происходит при раздражении пищи рецепторов ротовой полости и желудка, что было доказано в лаборатории И.П. Павлова в опытах на собаках с эзофаготомией, желудочной фистулой и фистулой поджелудочной железы. Изучение функции поджелудочной железы у оперированных таким образом, позволило установить, что секреторная активность этой железы.

Было показано, что выделение поджелудочного сока происходит через 2-4 мин после начала кормления животных. Таким образом, латентный период секреции поджелудочного сока равен скрытый период секреции желудочного сока.

Обнаружено, что мощным стимулятором секреторной функции поджелудочной железы является акт еды, возбуждение вкусовых рецепторов ротовой полости. Этот факт был доказан при сопоставлении количества и качества отделяемого поджелудочного сока, полученного при минимуме кормления собак и при кормлении их пищей.

Важнейшей фазой секреции поджелудочного сока является простая фаза, сока выделяется мало, но он содержит значительное количество органических веществ, в том числе ферментов.

Важнейшей фазой секреции панкреатического сока является сложнорефлекторная фаза секреции панкреатического сока, связанная с раздражением рецепторов желудка поступившей пищей. Нервные

импульсы от рецепторов желудка по афферентным волокнам блуждающего нерва поступают в продолговатый мозг в ядра блуждающих нервов. Под влиянием нервных импульсов нервные ядра блуждающих нервов возбуждаются. Это возбуждение передается по блуждающим волокнам блуждающего нерва к секреторным клеткам желудка. Это возбуждение передается к поджелудочной железе и вызывает отделение панкреатического сока. Желудочная фаза секреции панкреатического сока обеспечивается также гормоном инсулином, который действует непосредственно на секреторные клетки поджелудочной железы. Сок, выделяющийся во вторую фазу, идет в первую, богат органическими веществами, но содержит мало воды и солей.

Кишечная фаза секреции поджелудочного сока осуществляется при участии нервного и гуморального механизмов.

В лаборатории И.П.Павлова в 1894 г. была установлена зависимость секреции поджелудочной железы от содержания в желудке.

Под влиянием кислого содержимого желудка, поступающего двенадцатиперстную кишку, и продуктов частичного переваривания питательных веществ происходит возбуждение рецепторов, которые передаются в центральную нервную систему. По блуждающему нерву нервные импульсы от центральной нервной системы поступают к поджелудочной железе и обеспечивают образование и выделение панкреатического сока. Такой же эффект получают при использовании других минеральных кислот. Предположение о хлористоводородной кислоте действует на поджелудочную железу через местные рефлекторные механизмы.

В 1902 г. английскими физиологами Бейлисом и Старрием была изучена и описана гуморальная регуляция секреторной активности поджелудочной железы. Оказалось, что хлористоводородная кислота, введенная в изолированный желудок, предварительно денервированной двенадцатиперстной кишки, обуславливала отделение поджелудочного сока. Та же кислота, введенная непосредственно в кровь, не вызывала секреции панкреатического сока. Следовательно, не сама кислота стимулирует внешнесекреторную функцию поджелудочной железы, а при посредстве какого-то вещества, которое образуется в клетках двенадцатиперстной кишки и верхнего отдела тонкого кишечника при соприкосновении с хлористоводородной кислотой.

положение было подтверждено в дальнейших опытах. При сравнительном введении собакам вытяжек, приготовленных из двенадцатиперстной кишки и желудка, двенадцатиперстной кишки или верхнего отдела тонкого кишечника и обработанных хлористоводородной кислотой, выделялась обильная панкреатическая секреция.

Таким образом, в слизистой оболочке двенадцатиперстной кишки и верхнем отделе тонкого кишечника находится особое вещество, которое активируется хлористоводородной кислотой и вызывает стимуляцию секреции поджелудочной железы. Это вещество получило название секретина. Секретин - секретин. Просекретин активируется не хлористоводородной кислотой. Он переходит в свою активную форму (секретин) под влиянием неорганических кислот (серная, фосфорная, лимонная), пептонов, высших жирных кислот, аминокислот.

В настоящее время установлено участие и других биологически активных веществ, образующихся в слизистой оболочке желудочно-кишечного тракта, в регуляции секреторной активности поджелудочной железы. К ним относятся холецистокинин (холецистокинин) и уропанкреозимин. Холецистокинин (холецистокинин) образуется в слизистой оболочке двенадцатиперстной кишки и верхнего отдела тонкого кишечника. Действие этого гормона происходит под влиянием продуктов переваривания белка, хлористоводородной кислоты, желудочного сока. Холецистокинин (панкреозимин) вызывает отделение желудочного сока с обильным содержанием ферментов. Панкреозимин обнаружен в моче. Он также стимулирует образование поджелудочной функции поджелудочной железы.

Влияние состава пищевых продуктов на отделение поджелудочного сока

При отсутствии пищи в желудке поджелудочная железа выделяет секрет в периодический деятельности двенадцатиперстного тракта. Это проявляется в чередовании секреторной активности с периодом покоя поджелудочной железы. Период повышения секреторной активности поджелудочной железы, который продолжается 20-30 мин, отделяется несколькими минутами покоя с высоким содержанием ферментов. В периоды покоя поджелудочной железы секреция полностью отсутствует. Во

время и после еды секрция поджелудочного сока становится непрерывной. При этом количество выделяющегося сока переваривающая способность и продолжительность зависят от состава и количества принятой пищи.

В лаборатории И.П.Павлова установлены особенности сокоотделения при употреблении мяса, хлеба и молока.

После приема мяса выделение поджелудочного сока достигает максимума на 2-м часу, затем быстро снижается и заканчивается к концу 4-5-го часа после начала употребления пищи. После приема хлеба отмечается усиленное сокоотделение в первые 2 ч после еды, то есть секреторная активность поджелудочной железы в этот период аналогична таковой при употреблении мяса. С 3-го часа количество выделяющегося сока, в отличие от секрции при употреблении мяса, снижается более медленно. Продолжительность секреторной активности поджелудочной железы при получении животного мяса составляет 8-9 ч. После приема молока наблюдается медленное увеличение сокоотделения в течение 1-го часа. На 2-м часу после еды секреторная активность поджелудочной железы становится ниже, чем после приема мяса. К 3-му часу сокоотделение снова увеличивается и достигает максимума, в 2-3 раза превышая количество выделившегося за 1-й час. Затем секрция панкреатического сока уменьшается и прекращается через 5-6 ч после кормления животных.

При сопоставлении количества панкреатического сока выделившегося при употреблении мяса, хлеба и молока установлено следующее. Наибольшее количество сока выделяется на хлеб, несколько меньше - на мясо и минимальное количество сока секретруется на молоко. Отмечено некоторое различие в поджелудочном соке, отделяющемся на мясо, хлеб и молоко. Полученный на мясо, имеет более щелочную реакцию, чем выделяющийся на хлеб и молоко. В лаборатории И.П.Павлова показано, что при употреблении пищи, богатой жирами поджелудочном соке содержится липазы в 2-5 раз больше, чем в соке, который выделился на мясо. Преобладание в пище рациона углеводов приводит к увеличению количества выделяющегося поджелудочного сока. При мясной диете в поджелудочном соке обнаруживается значительное количество протеолитических ферментов.

Состав, свойства желчи и ее значение в пищеварении
Желчь - продукт секрции печеночных клеток, представляющий собой жидкость золотисто-желтого цвета, имеющую щелочную реакцию (рН 7,3-8,0) и относительную плотность 1,008-1,015.

У человека желчь имеет следующий состав: воды 97,5%, сухого остатка 2,5%. Основными компонентами сухого остатка являются желчные кислоты, пигменты и холестерин. Желчные кислоты входят в специфическим продуктам обмена веществ печени. У человека в желчи обнаруживаются преимущественно холевую кислоту. Среди желчных пигментов различают билирубин и биливердин, которые придают желчи характерную окраску. В составе желчи человека содержится главным образом билирубин. Желчные кислоты образуются из гемоглобина, который разрушается после разрушения эритроцитов. Кроме того, в желчи содержится муцин, жирные кислоты, неорганические соли, ферменты и витамины.

У здорового человека в сутки выделяется 0,5-1,2 л желчи. Желчь выделяется непрерывно, а поступление ее в двенадцатиперстную кишку происходит во время пищеварения. В пищеварения желчь поступает в желчный пузырь. Поэтому желчь имеет вязкую и тягучую консистенцию, плотность ее 1,026-1,028, рН 6,8. Отличия пузырной желчи от печеночной желчи тем, что слизистая оболочка желчных путей и пузыря продуцирует муцин и обладает способностью всасывать воду. Желчь выполняет многообразные функции, тесно связанные с деятельностью желудочно-кишечного тракта. Желчь относится к секреторным сокам. Однако она выполняет и экскреторную функцию, так как с ней выводятся из крови различные экзо- и эндогенные вещества. Это отличает желчь от других пищеварительных соков.

Желчь повышает активность ферментов панкреатического сока, способствует перевариванию белков, углеводов, липазы. Влияние желчи на переваривание белков, углеводов осуществляется не только путем активации ферментов поджелудочного и кишечного соков, но и в результате непосредственного участия в этом процессе ее собственных ферментов (амилаза, протеазы). Желчные кислоты играют большую роль в эмульгации жира. Они эмульгируют нейтральные жиры, уменьшая их на огромное количество мельчайших капелек и

увеличивая тем самым поверхность соприкосновения жира ферментами, облегчают расщепление жиров, повышая активность поджелудочной и кишечной липазы. Желчь необходима для всасывания жирных кислот, а следовательно, жирорастворимых витаминов А, D, Е и К. Желчь усиливает сократительную способность поджелудочной железы, повышает тонус и стимулирует перистальтику кишечника (двенадцатиперстная и толстая кишка). Желчь участвует в пристеночном пищеварении. Она оказывает бактериостатическое действие на кишечную флору, угнетает развитие гнилостных процессов.

11.7. Методы изучения желчеобразовательной и желчевыделительной функций печени

В желчевыделительной деятельности печени следует различать желчеобразование, то есть продукцию желчи печеночными клетками, и желчеотделение - выход, эвакуацию желчи в кишечник. В экспериментальной физиологии существует два основных метода, позволяющих изучить эти две стороны желчевыделительной деятельности печени.

Для исследования желчеобразовательной функции печени собак перевязывают общий желчный проток, исключая тем самым поступление желчи в кишечник. Одновременно на желчный проток накладывают желчный фистулу. При помощи такой операции собирают и откачивают и непрерывно вырабатываемую печеночными клетками желчь.

Для изучения желчевыделительной функции печени в эксперименте в процессе пищеварения И.П.Павловым была проведена следующая операция. У собак, находящихся под наркозом, стенки двенадцатиперстной кишки иссекают небольшой частью центра которого находится общий желчный проток. Этот проток кишки выводят на поверхность и вшивают в кожную рану брюшной стенки. Целость кишечника восстанавливают наложением швов. При этой операции иннервация сфинктера общего желчного протока сохраняется.

При наблюдении за оперированными животными установлено, что выделение желчи идет одновременно с сокращением поджелудочного сока. Желчь выделяется почти тотчас после приема пищи, секрция ее достигает максимума к 3-му часу и довольно быстро убывает. Было также обнаружено,

желчным желчегонным действием обладает жирная пища, в определенной степени это свойственно углеводам. Мясо занимает особое положение в ряду продуктов, способных усилить секреторное отделение. Следовательно, интенсивность поступления желчи в двенадцатиперстную кишку зависит от вида принимаемой пищи.

Для изучения секреции желчи у человека применяют физиологический метод и дуоденальное зондирование. При физиологическом исследовании вводят вещества, не раздражающие рентгеновские лучи и удаляющиеся из организма с мочой. С помощью этого метода можно установить появление порций желчи в протоках, желчном пузыре, момент выхода порций и печеночной желчи в кишку. При дуоденальном зондировании получают фракции печеночной и пузырной желчи.

Регуляция желчеобразовательной и желчевыделительной функций печени

Желчеобразование - это сложный процесс, который состоит из взаимосвязанных компонентов. Первый компонент образования представлен фильтрационными процессами, удаление из крови через мембраны капилляров в желчь растворимых веществ - воды, глюкозы, ионов натрия, кальция, хлора). Вторым компонентом желчеобразования является процесс секреции печеночными клетками желчных кислот. Третий компонент желчеобразования связан с обратным всасыванием воды из других веществ из желчных капилляров, протоков и желчного пузыря.

В регуляции желчеобразовательной функции печени находится под влиянием разнообразных факторов. Стимуляторами желчной секреции являются компоненты желчи, находящиеся в крови, гомогенная и другие кислоты, под влиянием которых в двенадцатиперстной кишке образуется секретин. Этот гормон не только способствует образованию поджелудочного сока, но и усиленно, воздействуя на печеночные клетки, стимулирует секреторную желчь.

В регуляции желчеобразовательной функции печени участвует нервная система. Установлено, что блуждающие и правый симпатический нервы при их возбуждении усиливают выработку желчи печеночными клетками, симпатические нервы ее тормозят. Образование желчи оказывают влияние и рефлекторные

воздействия, идущие со стороны интерорецепторов желудка и толстого кишечника и других внутренних органов. Доказано влияние коры большого мозга на продукцию желчных печеночными клетками.

Ряд факторов способствует поступлению желчи в двенадцатиперстную кишку. Отделение желчи усиливается в время еды в результате рефлекторного влияния на все секреторные процессы, осуществляемые в желудочно-кишечном тракте.

Изучение влияния количества и вида принятой пищи на выделение желчи показало, что желчегонным эффектом обладают молоко, мясо, хлеб. У жиров это действие выражено в большей степени, чем у белков и углеводов. Обнаружено, что продолжительность желчевыделения при потреблении пищи равняется в среднем 7 ч, хлеба - 10 ч и молока примерно 9 ч. Желчь выделяется в большем количестве на мясо и молоко, и меньше на хлеб. Максимум секреции на мясо наблюдается на 2-м часу, на хлеб и молоко на 3-м часу после приема пищи. Было установлено, что наибольшее количество желчи выделяется в смешанном питании.

Механизмы опорожнения желчного пузыря

Поступление желчи из желчного пузыря в двенадцатиперстную кишку регулируется нервными и гуморальными механизмами. Центральная нервная система оказывает влияние на мускулатуру желчного пузыря и сфинктер печеночно-поджелудочной ампулы (сфинктер Одди) через блуждающие и симпатические нервы. Влиянием блуждающих нервов сокращается мускулатура желчного пузыря и одновременно с этим расслабляется сфинктер, приводя к поступлению желчи в двенадцатиперстную кишку. Влиянием симпатических нервов наблюдается расслабление мускулатуры желчного пузыря, повышение тонуса сфинктера и закрытие. Опорожнение желчного пузыря осуществляется на основе условных и безусловных рефлексов. Условно-рефлекторное опорожнение желчного пузыря происходит при виде и запахе пищи, разговоре о знакомой и вкусной пище при наличии аппетита.

Безусловнорефлекторное опорожнение желчного пузыря связано с поступлением пищи в ротовую полость, жеванием пищи. Возбуждение рецепторов слизистой оболочки отделов желудочно-кишечного тракта передается в центральный

нервную систему, а оттуда по волокнам блуждающего нерва поступает к мускулатуре желчного, пузыря и сфинктеру печеночно-поджелудочной ампулы. Желчь через открытый сфинктер поступает в двенадцатиперстную кишку.

Влиянию нервной системы присоединяется и действие гормонов, образующихся в желудочно-кишечном тракте. Секретируемые в поджелудочной железе панкреатин - панкреозимин вызывает сокращение желчного пузыря, расслабление мускулатуры сфинктера Одди и концего отдела общего желчного протока, то есть облегчает поступление желчи в двенадцатиперстную кишку. Подобным же действием обладает урохолецитокинин и в меньшей степени гастрин. Урохолецитокинин образуется в слизистой оболочке желчного пузыря и пузырного протока и является антагонистом секретируемого в поджелудочной железе панкреатина.

Сфинктер Одди остается открытым в течение всего процесса пищеварения, поэтому желчь продолжает свободно поступать в двенадцатиперстную кишку. Как только последняя порция пищи попадает в двенадцатиперстную кишку, сфинктер Одди закрывается.

Пищеварение в тонком кишечнике

Ключевое пищеварение завершает этап механической и химической обработки пищи. Пищеварение в тонком кишечнике состоит из нескольких этапов. Пищеварение в тонком кишечнике происходит в тесной связи. Функциональным взаимосвязям между двумя отделами желудочно-кишечного тракта способствует разделение в тонкий кишечник секрета дуоденальных желез (панкреатического, поджелудочной железы и печени. Здесь секреторные соки продолжают свое переваривающее действие, так как в тонком кишечнике имеется также щелочная среда. К влиянию этих пищеварительных секретов присоединяется также действие кишечного сока.

Состав, свойства кишечного сока и его значение в пищеварении

Кишечный сок представляет собой секрет желез, расположенных в слизистой оболочке на протяжении всего кишечника (кишечные крипты, либеркуловы железы). У взрослого человека за сутки отделяется 2-3 л кишечного сока слабощелочной реакции.

Представителями пептидаз являются лейцинаминопептидаза, аминопептидаза, расщепляющие продукты переваривания белков образующиеся в желудке и двенадцатиперстной кишке в кишечном соке имеет катепсин. Этот фермент действует на белковые компоненты пищи и пищеварительных соков слабодиссоциированной среде, которая создается микрофлорой дистальной части тонкого и толстого кишечника. В кишечном соке содержатся кислая и щелочная фосфатазы, участвующие в переваривании фосфолипидов. В кишечном соке обнаруживаются в небольшом количестве липазы, которая действует на нейтральные жиры. Липаза кишечного сока менее активна по своим ферментным свойствам, чем липаза поджелудочного сока. Кишечная липаза превращает нерасщепленные в двенадцатиперстной кишке жиры в глицерин и жирные кислоты. В кишечном соке содержатся карбогидразы (амилаза, мальтаза, сахараза, дисахариды до степени расщепляющие полисахариды и дисахариды до степени моносахаров. Специфическим ферментом кишечного сока является энтерокиназа, открытая и изученная Н.П.Шеновальниковым (Наша лаборатория И.П.Павлова. Энтерокиназа катализирует превращение трипсиногена в трипсин. Вырабатывается энтерокиназа клетками слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки и верхнего участка тощей кишки.

Основная часть ферментов поступает в кишечный сок из отторжения клеток слизистой оболочки кишечника. При этом образуются богатые ферментами слизистые комочки, в которых сосредоточено более 90% энтерокиназы и большая часть других вырабатываемых кишечником, ферментов. Таким образом, вся часть сока содержит небольшое количество ферментов. Установлено также, что значительное количество ферментов адсорбируется на поверхности эпителиальных клеток кишечника осуществляя контактное, или пристеночное, пищеварение (А.Уголев).

Методы получения кишечного сока. Кишечный сок в чистом виде можно получить у животных, оперированных по методу Веллы (1864). Сущность операции состоит в том, что через разрез брюшной стенки вытягивают кишечную петлю, отсекают сегмент кишки, оставляя неповрежденной его брыжейку с проходящими в ней кровеносными, лимфатическими сосудами и нервами. Верхний и нижний концы кишечника сшивают, восстанавливая

проток непрерывность кишечного канала. Оба конца вырезанной кишечной петли вшивают в кожную рану передней брюшной стенки.

Установлено, что местные механические (баллоны, трубки, жидкая кашка) и химические (0,5% раствор хлористоводородной кислоты) раздражения слизистой оболочки изолированной петли кишечника приводят к секреции жидкого сока, содержащего большое количество ферментов. Предполагают, что секреторная активность железистого аппарата тонкого кишечника регулируется интрамуральной нервной системой. При отсутствии раздражителей у собак, голодающих в течение 18-24 ч, выделяется периодическая секреция желез кишечника. Через каждые 1½-2½ ч из изолированной петли кишечника выделяется значительное количество сока с большим содержанием ферментов. Секреция кишечного сока в этом случае является одним из проявлений периодической деятельности всего желудочно-кишечного тракта.

Местное воздействие на слизистую оболочку кишки продуктов раздражения пищи, желудочного сока или хлористоводородной кислоты, желчи, панкреатического сока стимулирует секреторную активность желез. При этом кишечный сок содержит значительное количество ферментов. Кишечный сок, отделяющийся в ответ на раздражение слизистой оболочки поджелудочным соком, особенно богат ферментом энтерокиназой.

11.8. Регуляция деятельности желез кишечника

Большинство исследователей, изучавших влияние интрамуральной нервной системы на активность железистого аппарата тонкого кишечника, считают, что за счет нервных импульсов регулируется образование ферментов. Особенно значительными в этом отношении являются результаты исследований функций секреторных клеток в условиях денервации тонкого кишечника. Показано, что при этом наблюдается «разлад» в работе секреторной клетки: сока выделяется много, но он беден ферментами.

Без сведений и о том, что кора большого мозга принимает участие в регуляции секреторной активности тонкого кишечника. При подпазыкивании пищей голодных собак наблюдали выделение кишечного сока из изолированной петли кишечника.

Стимулирует секрецию кишечных желез гормон энтероглюкагон. Этот гормон образуется и выделяется при сокращении содержимого кишечника со слизистой оболочкой. Энтероглюкагон стимулирует отделение главным образом жидкой части сока.

Виды кишечного пищеварения

В зависимости от локализации пищеварительного процесса в кишечнике различают полостное и пристеночное пищеварение. Полостное пищеварение характеризуется тем, что синтезируемые железистых клетках ферменты выделяются в просвет пищеварительного сока в полость кишечника и здесь оказывают свое специфическое действие на пищевую кашицу.

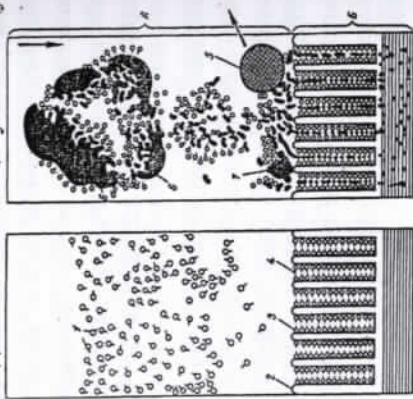


Рис. 42. Схема взаимодействия ферментов в тонкой кишке без пищевой мембраны (А) и при ее наличии (Б).

1 - ферменты в просвете тонкой кишки (их хаотическое расположение); 2 - микроворсинки; 3 - ферменты на поверхности микроворсинок (строго ориентированы); 4 - поры щеточной каймы; 5 - микробы, не проникающие в поры щеточной каймы; 6-7 - пищевые вещества в разных стадиях расщепления.

Пристеночное пищеварение осуществляется ферментами, фиксированными на клеточной мембране, поэтому пристеночное пищеварение называется также мембранным, или контактным. Особенностью пристеночного пищеварения является то, что оно

осуществляется на границе внеклеточной и внутриклеточной сред. Основные физиологические эксперименты показали, что на поверхности тонкой кишки имеется субмикроскопическая щеточность, которая увеличивает во много раз активную поверхность. С помощью электронной микроскопии установлено, что субмикроскопическая пористость представлена огромным количеством пальцевидных микроворсинок. Микроворсинки на щеточной поверхности образуют щеточную кайму (рис. 42).

Установлены размеры микроворсинок: их длина от 0,75 до 1,5 мкм и ширина до 0,1 мкм. На каждой эпителиальной клетке выростно до 3000 микроворсинок, что увеличивает активную поверхность кишки в 14-39 раз. На щеточной поверхности фиксирован мощный слой ферментов, которые имеют общее происхождение. Одна часть из них - панкреатического происхождения (амилаза, липаза, протеаза), то есть эти ферменты синтезируются из пищевой кашицы. Другая часть - собственные ферменты. Они синтезируются внутри кишечной клетки, затем оседают на ее мембранной поверхности (фосфатаза и др.).

Полостное и пристеночное пищеварение существуют не изолированно, а взаимосвязанно. Полостное пищеварение начинается с начальной гидролиз пищевых веществ до промежуточных продуктов. Мембранное пищеварение начинается гидролиз промежуточной и заключительной его стадий, а также переход к всасыванию. Таким образом имеется функциональная и высокоэкономичная система обработки пищевых веществ и их ассимиляции.

Щеточная кайма выполняет функцию своеобразного барьерного фильтра, поэтому заключительные этапы гидролиза осуществляются в совершенно стерильных условиях. Это является результатом следующей особенности строения щеточной каймы. Ворсинки пор щеточной каймы составляют 10-20 нм (100-200 А), ширина же бактерий, населяющих кишечник, исчисляется десятками микронами. В результате бактерии не могут проникать через щеточную кайму и продукты заключительного гидролиза становятся для них недоступными, что является одной из важнейших причин, ограничивающей размножение бактерий в тонком кишечнике.

Моторная функция тонкого кишечника и ее регуляция

В тонком кишечнике наряду с химической обработкой пищи кашацы происходит дальнейшее ее изменение и перемешивание. Счет двигательной активности кольцевых и продольных мышц тонком кишечнике различают перистальтические и неперистальтические движения.

Перистальтические сокращения обеспечивают продвижение пищевой кашицы по кишечнику. Этот вид двигательной активности кишечника обусловлен координированным сокращением продольного и циркулярного слоев мышц. При этом происходит сокращение кольцевых мышц верхнего отрезка кишки и выталкивание пищевой кашицы в одновременно расширяющийся и сокращающийся продольных мышц нижний участок.

Неперистальтические движения тонкого кишечника представлены сегментирующими сокращениями. К ним относятся ритмическую сегментацию и маятникообразные движения. Ритмическая сегментация обеспечивается сокращением кольцевых мышц, в результате которого образуются попеременные перемычки, делая кишку на небольшие сегменты. Через некоторое время попеременные перемычки расслабляются и вновь возникают, на других участках кишки. Ритмические сокращения делают и пищевую кашацу на отдельные сегменты, что способствует ее дальнейшему перемешиванию с пищеварительными соками.

Маятникообразные движения обусловлены сокращениями круговых и продольных мышц кишечника. На небольшом участке в результате последовательных сокращений кольцевых и продольных мышц отрезок кишечника то укорачивается и продвигается вперед, расширяется, то удлиняется и суживается. Последовательное изменение диаметра кишки и ее длины приводят к перемещению пищевой кашицы то в одну, то в другую сторону, напоминая маятника. Маятникообразные движения также способствуют тщательному перемешиванию химуса с пищеварительными соками.

В регуляции моторной активности тонкого кишечника участвуют нервные и гуморальные механизмы, объединенные в единую регуляторную систему, за счет деятельности которой усиливается или ослабляется моторная функция тонкого кишечника.

Нервный механизм. Моторная функция кишечника регулируется интрамуральной и экстрамуральной нервной

системой. К интрамуральной нервной системе относят мышечное сплетение (ауэрбаховское), глубокое межмышечное и Лоддслизистое сплетения. Перечисленные нервные сплетения участвуют в возникновении местных рефлекторных реакций, регулирующих моторную функцию тонкого кишечника. Местные рефлекторные реакции возникают при раздражении слизистой оболочки кишечника его содержимым. Экстрамуральная нервная система кишечника представлена блуждающими и чревными нервами. Блуждающие нервы при их возбуждении стимулируют моторную функцию кишечника, чревные тормозят ее. Однако в последнее время установлено, что в составе блуждающих и чревных нервов содержатся возбуждающие и тормозящие волокна. В составе этого при раздражении блуждающих нервов иногда можно добиться угнетения двигательной активности тонкого кишечника, а при раздражении чревных нервов - ее усиления.

Моторная функция тонкого кишечника стимулируется рефлекторно при возбуждении рецепторов различных отделов желудочно-кишечного тракта. Описаны рефлекторные влияния на двигательную активность кишечника, возникающие при раздражении стенки пищевода, раздражении механорецепторов желудка, механо- и хеморецепторов слизистой оболочки тонкого кишечника. Рефлекторно стимулирует моторную функцию тонкого кишечника акт еды.

Двигательная активность кишечника может быть рефлекторно торможена, что наблюдается при сильных раздражениях слизистой оболочки любого отдела желудочно-кишечного тракта.

Моторная функция кишечника регулируется и корой большого мозга, что доказывается путем формирования условных рефлексов. **Гуморальная регуляция моторной функции тонкого кишечника.** Стимулирующее влияние на моторную функцию кишечника оказывают биологически активные вещества - адреналин, гистамин, брадикинин и др.), гормоны желудочно-кишечного тракта (гастрин, перистальтин и др.) и гормоны желез внутренней секреции (инсулин).

Гормоны стимулируют двигательную активность кишечника. Гормоны толстого слоя надпочечников - адреналин и норадреналин. Влияние этого такие эмоциональные состояния организма, как страх, испуг, гнев, злость, ярость и т.д., при которых в кровь попадает большое количество адреналина, вызывают торможение

моторной функции желудочно-кишечного тракта.

Существенное значение в регуляции моторной функции кишечника имеют физико-химические свойства пищи. Густая пища, содержащая большое количество клетчатки, стимулирует двигательную активность кишечника. Сокращения части пищеварительных соков - хлористоводородная кислота, желчные кислоты - также усиливают моторную функцию кишечника.

При отсутствии пищеварения илеоцекальный сфинктер находится в период пищеварения сфинктер открывается рефлексорно каждые $\frac{1}{2}$ мин. В результате пищевая кашка небольшими порциями поступает в слепую кишку.

Пищеварение в толстом кишечнике

Основной функцией проксимальной части толстого кишечника является всасывание воды. Роль дистального отдела толстого кишечника состоит в формировании каловых масс и удалении их из организма. Всасывание питательных веществ в толстом кишечнике незначительно. Секрет слизистой толстого кишечника имеет выраженную щелочную реакцию (рН 8,5-9,0). В секрете обитает значительное количество отторгнутых клеток кишечника, лимфоцитов и слизи, содержится небольшое количество ферментов (пептидаза, липаза, амилаза, щелочная фосфатаза), биологически оправдано, так как в химусе, поступающем в отдел желудочно-кишечного тракта, мало непереваренных пищевых веществ. Выделение сока стимулируется механическим раздражением слизистой оболочки кишечника непереваренными пищевыми веществами. В опытах на собаках было установлено, что в условиях новокаиновой анестезии толстого кишечника механическое раздражение слизистой оболочки данного отдела кишечника не вызывает выделения сока. Это убедительно доказывает значение механического фактора в секреторной активности толстого кишечника.

Существенная роль в процессе пищеварения принадлежит микрофлоре - кишечной палочке и бактериям молочнокислого брожения.

Бактерии в процессе своей жизнедеятельности выделяют полезные для организма функции. Бактерии молочнокислого брожения образуют молочную кислоту, которая оказывает

антисептическим свойством. Бактерии синтезируют витамины В, витамин К, пантотеновую и аминнокотиновую кислоты, ниацин. Микрофлора инактивирует ферменты (энтерокиназу, щелочную фосфатазу, трипсин, амилазу и др.), поступающие из тонкого кишечника в составе пищевой кашицы. Микроорганизмы вызывают размножение патогенных микробов.

Ориентальная роль микроорганизмов кишечника состоит в том, что они образуют эндотоксины, вызывают брожение и другие процессы с образованием ядовитых веществ (индол, аммиак, фенол) и в определенных случаях могут стать причиной заболеваний.

Моторная функция толстого кишечника. Дефекация

Моторная функция толстого кишечника обеспечивает продвижение каловых масс и периодическое их удаление из организма. Кроме того, моторная активность кишечника способствует всасыванию воды.

В толстом кишечнике наблюдаются такие же двигательные явления, как и в тонком: перистальтические, спастические и маятникообразные движения. Все эти движения двигательной активности, в отличие от таковых в тонком кишечнике, осуществляются медленно. Значение их состоит в том, что они обеспечивают перемешивание, разминание содержимого, способствуют его ступенчатому и всасыванию воды. Перистальтические сокращения толстого кишечника не имеют значения в продвижении его содержимого. Толстому кишечнику присущ особый вид сокращения, который получил название масс-сокращения. Возникает масс-перистальтика редко, 1-4 раз в сутки. Сокращения захватывают большую часть толстой кишки и обеспечивают быстрое опорожнение отдельных ее участков.

Регуляция моторной функции толстого кишечника. Толстой кишечник имеет интрамуральную и экстрамуральную иннервацию. Последняя представлена симпатическими нервами, которые выходят из верхнего и нижнего брыжеечных сплетений, и парасимпатическими, входящими в состав блуждающих и тазового сплетения. Исследователи этого все рефлекторные влияния на моторную функцию толстого кишечника опосредуются через симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы.

Рефлекторные воздействия на двигательную деятельность толстого кишечника осуществляются во время еды, в результате возбуждения хемо- и механорецепторов желудка двенадцатиперстной кишки и тонкого кишечника. Существенное значение в регуляции моторной функции толстого кишечника имеют местные-рефлексы, возникающие при раздражении механорецепторов.

Моторная функция толстого кишечника определяется характером принимаемой пищи. Чем больше в пище клетчатки, тем выраженные моторная активность толстого кишечника.

Формированию кала способствуют комочки слизи кишечника, которые склеивают непереваренные частицы пищи. Кроме того, в состав кала входят отмершие клетки кишечника, желчные пигменты и в большом количестве (30-53%) бактерии. У взрослого человека с каловыми массами за сутки выделяется около 400 граммов бактерий.

Дефекация - сложнорефлекторный акт опорожнения дистального отдела толстой кишки через задний проход. Дефекация наступает при растягивании прямой кишки каловыми массами. При этом раздражаются механорецепторы не только слизистой оболочки, но и мышечного слоя кишки. При рефлекторном расслаблении внутреннего и наружного сфинктеров открывается выход из прямой кишки и перистальтическими движениями толстой кишки и прямой кал удаляется наружу.

Осуществлению дефекации способствуют сокращения диафрагмы и передней брюшной стенки, мышцы, поднимая задний проход. Все это ведет к уменьшению объема брюшной полости и повышению внутрибрюшного давления. Центр рефлекса дефекации находится в пояснично-крестцовом отделе спинного мозга. Он обеспечивает произвольный акт дефекации. На этот центр оказывают влияние продолговатый мозг, гипоталамус, кору большого мозга. Нервные импульсы, поступающие от этих отделов центральной нервной системы к центру рефлекса дефекации, могут ускорить или замедлить акт дефекации.

На мышцы сфинктеров прямой кишки и ее гладкую мускулатуру оказывают влияние симпатические и парасимпатические нервы. Под воздействием симпатических нервов мышцы сфинктеров находятся в состоянии тонического сокращения, а мускулатура стенки прямой кишки - в состоянии

расслабления. Под влиянием тазовых внутренних нервов расслабляются мышцы анальных сфинктеров и стимулируется моторная активность прямой кишки.

11.9. Физиологическая сущность всасывания

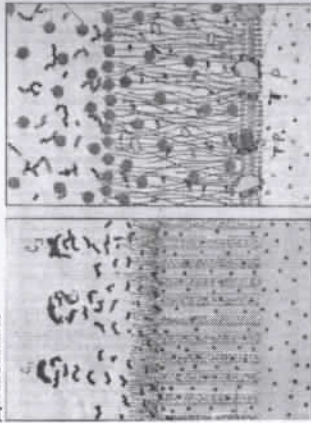
Всасывание - универсальный физиологический процесс, который связан с переходом разного рода веществ через слой клеток во внутреннюю среду организма. Благодаря всасыванию в желудочно-кишечном тракте организм получает все необходимое для жизнедеятельности. Всасывание, происходящее на всем протяжении пищеварительного канала, но основным местом является тонкий кишечник.

Всасывание в различных отделах пищеварительного тракта. Интенсивность всасывания в различных отделах пищеварительного тракта неодинакова. Она зависит от особенностей строения слизистой оболочки, степени переваривания пищи, состава содержимого желудочно-кишечной трубки.

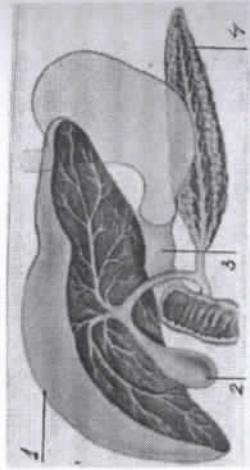
Слизистая оболочка ротовой полости обладает всасывательной способностью. Однако в ротовой полости нет конечных продуктов всасывания пищи, поэтому всасывание здесь практического значения не имеет. Хорошо всасываются в ротовой полости некоторые лекарственные вещества. В пищеводе всасывания практически не происходит. В желудке всасываются вода, минеральные соли, моносахара, алкоголь, лекарственные вещества, глюкоза, альбумозы, пептоны. В двенадцатиперстной кишке также всасывается всасывание воды, минеральных веществ, гормонов продуктов расщепления белка.

Основной процесс всасывания происходит в тонком кишечнике. Углеводы всасываются в кровь в виде глюкозы и фруктозы, в виде других моносахаров (галактоза, фруктоза). Всасывание моносахаров начинается в верхних отделах тонкого кишечника. В нижних его отделах в пищевой кашице почти не всасываются продукты расщепления углеводов. Белки всасываются в кровь в виде аминокислот и простых пептидов. Особенно активно всасывание продуктов расщепления белков осуществляется в верхних отделах тонкого кишечника. Продукты расщепления белков животного происхождения (мясо, яйца, молоко) всасываются на 95-99 %, растительного происхождения (хлеб, овощи, клетчатка) - на 60-80%.

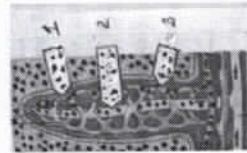
Нейтральные жиры расщепляются ферментами до глицерина и жирных кислот. Глицерин растворим в воде, поэтому жиры всасываются. Жирные кислоты всасываются только после взаимодействия с желчными кислотами, с которыми они образуют комплексные соединения.



Особенности микроскопического строения полости кишечника и ее поверхности и их взаимоотношения в процессе пищеварения



Органы, участвующие в процессе кишечного пищеварения: печень; 2-желчный пузырь; 3-двенадцатиперстная кишка; поджелудочная железа.



Всасывание пищи из кишечника в кровь (мембранное пищеварение) 1-белки; 2-углеводы; 3-жиры.

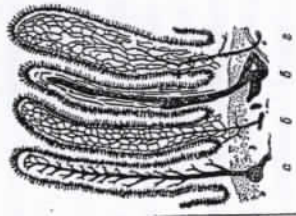


Рис. 43. Схема строения ворсинок. а - вены; б - артерия; в - лимфатический сосуд и гладкие мышцы; г - нервная сеть.

Жиры поступают главным образом в лимфу и только небольшая часть (30%) - в кровь. Вода, минеральные соли, витамины всасываются в кровь на всем протяжении тонкого кишечника. В толстом кишечнике также происходит всасывание солей и минеральных солей. Питательные вещества всасываются в том случае, если они поступают в толстый кишечник в значительном количестве и легко подвергаются расщеплению. На этом основано применение так называемых питательных клизм, то есть введение легкоусвояемых питательных веществ в прямую кишку (изотонический раствор хлорида натрия, 4,5-5% раствор глюкозы, 3-4% раствор спирта).

Структурные и функциональные особенности тонкого кишечника, обеспечивающие его всасывательную активность. Всасывание происходит наиболее интенсивно там, где больше поверхность соприкосновения пищи со слизистой оболочкой. В тонком кишечнике благодаря особенностям его строения имеются условия для выполнения эпителиальными клетками слизистой оболочки их специфических функций. В слизистой оболочке тонкого кишечника обнаруживаются многочисленные круговые складки (складки Керринга), огромное количество ворсинок и микроворсинок.

Установлено, что площадь внутренней поверхности тонкого кишечника у человека составляет в среднем 0,65 м². Однако за счет многочисленных складок и ворсинок всасывающая поверхность кишечника достигает 4-5 м², что в 2-3 раза больше поверхности

Ворсинки - это выросты слизистой оболочки. Они

увеличивают общую поверхность слизистой оболочки кишечника в 8 раз. Кишечные ворсинки чаще всего имеют пальцевидную форму, длиной 0,2-1 мм. В центре каждой ворсинки имеется лимфатический сосуд (млечное пространство или ворсинки). Снаружи ворсинка покрыта однослойным цилиндрическим эпителием. Между эпителием и сосуда располагаются тончайшие кровеносные сосуды. Основу ворсинки составляет соединительная ткань, пронизанная сетью гладкомышечных волокон (рис.43). Лимфатический сосуд окружен нервными волокнами, которые связаны с подслизистым нервным сплетением. Всего в тонком кишечнике около 4 ворсинок. На 1 мм² в среднем приходится от 18 до 40 ворсинок начальных отделов тонкой кишки, где всасывание питательных веществ происходит в 10 раз быстрее, чем в остальных отделах. Количество ворсинок больше, в нижних отделах меньше. Ворсинки совершают колебательные и нагнетательные движения, что способствует сокращению гладкомышечных волокон. При отсутствии движения ворсинки кишечника малоподвижны. Во время пищеварения ворсинки ритмически сокращаются, что облегчает всасывание питательных веществ.

Ряд факторов способствуют движению кишечных ворсинок. Основными из них являются следующие. Движение ворсинок регулируется подслизистым нервным сплетением. Стимулирующее движение ворсинок гормоны: вилликинин, который образуется в слизистой оболочке двенадцатиперстной кишки, и уронин, который образуется в моче. Выраженное влияние на движение ворсинок оказывает механический фактор - соприкосновение пищи с ворсинками. Капшицы со слизистой оболочкой тонкого кишечника, при расщеплении белка (пептоны, аминокислоты) и углеводов (глюкоза), а также жидкости (кофе, чай, какао). Углеводы и белки стимулируют движение ворсинок. Желчные кислоты стимулируют движение ворсинок. Способствуют движению ворсинок ферменты слюны. Вещества - холин, каломель, угнетают его - соли кальция, сульфат натрия, танин, атропин.

Механизм всасывания. В обеспечении всасывания питательных веществ играют физические процессы - диффузия, фильтрация. Однако всасывание в тонком кишечнике является и регуляторной деятельностью эпителиальных клеток слизистой оболочки. Кишечный эпителий осуществляет функцию всасывания и транспортировки питательных веществ в кровь и лимфу.

ворсинки и микроворсинки. Эпителий тонкого кишечника обладает собой биологическую полупроницаемую мембрану, которая имеет ряд особенностей.

Эпителий кишечника обладает односторонней всасывательной способностью. Это означает, что всасывание различных веществ осуществляется только из кишечника в кровь или лимфу независимо от их концентрации по обе стороны мембраны.

Эпителий кишечника обладает избирательной всасывательной способностью. Одни вещества всасываются легко и быстро, другие всасываются с трудом. Например, глюкоза всасывается быстрее, чем аминокислоты. Моносахариды всасываются быстрее, чем дисахариды. Так, из смеси глюкозы и галактозы всасываются быстрее, чем другие конечные продукты гидролиза углеводов. Хлорид натрия всасывается хорошо, а сульфат магния почти не всасывается.

В эпителии кишечника происходят сложные биохимические процессы. Например, здесь осуществляется синтез жира из углеводов и жирных кислот, облегчается всасывание моносахаров и действие ферментов на них. Фермент фосфатазы.

Известно, что процесс всасывания тесно связан с энергетическим обменом: чем активнее эпителиальная клетка, тем больше кислорода она поглощает.

Современные представления о локализации и функции пищевого центра

Все сложные и разнообразные функции системы пищеварения осуществляются пищевым центром.

Первые представления о пищевом центре были даны И. П. Павловым: «... пищевой центр есть нервный регулятор принятия пищи и твердых веществ, нужных для жизненного химизма».

В современном представлении, пищевой центр - сложное образование, компоненты которого локализованы в продолговатом мозге, гипоталамусе и в коре большого мозга и функционально связаны между собой.

В продолговатом мозге располагается бульбарное звено пищевого центра - ядра V, VII, IX и X пар черепных нервов. Главная роль в регуляции всех этапов процесса пищеварения принадлежит ядрам гипоталамуса. Вентромедиальные ядра гипоталамуса получили название «центра насыщения», а вентролатеральные - «центра питания».

В регуляции процессов питания и пищеварения существенная роль принадлежит также коре большого мозга.

роль принадлежит коре большого мозга, особенно тем ее отделам, которые являются мозговыми концами вкусового и обонятельного анализаторов.

Деятельность пищевого центра многообразна. За счет активности формируется пищедобывательное поведение (инстинктивная мотивация), при этом происходит сокращение скелетной мускулатуры (пищу надо найти, обработать, приготовить). Пищевой центр регулирует моторную, секреторную и всасывательную функции желудочно-кишечного тракта, обеспечивает возникновение сложных субъективных ощущений, таких как голод, аппетит, чувство сытости и жажды.

Голод - совокупность субъективных ощущений обусловленных объективной пищевой потребностью. Чувство голода может проявляться у животных и с удаленной коры большого мозга. Такие собаки ведут себя беспокойно, совершают движения до тех пор, пока их не накормят, тогда они успокаиваются и засыпают.

Голод отражает общее состояние организма, которое направлено на формирование пищедобывательного поведения. Чувство голода сопровождается рядом отрицательных ощущений: «сосание под ложечкой», появление слабости, иногда тошнота, головных болей и т. д. Удовлетворение чувства голода приводит к устранению отрицательных и возникновению положительных эмоций.

Существует несколько теорий, объясняющих механизм возникновения чувства голода. Разберем две из них: теорию «оттока крови» и «периферическую» теорию. Согласно первой теории появление чувства голода обусловлено возбуждением нервных латеральных ядер гипоталамуса за счет непосредственного воздействия на них крови с измененным количеством питательных веществ, особенно глюкозы, а также афферентной импульсации идущей от хеморецепторов гипоталамуса, тканей и сосудов.

По второй теории чувство голода проявляется в результате сокращения пустого желудка. Кровь с уменьшенным содержанием глюкозы возбуждает нейроны ядер блуждающих нервов, расположенных в продолговатом мозге. Нервные импульсы передаются по блуждающим нервам, передаются мышцам желудка, вызывая сокращение его мышц. При сокращении мышц желудка возбуждаются рецепторы. Возникшие нервные импульсы поступают

в гипоталамус и зрительным буграм, что приводит к появлению чувства голода.

На основе возникновения чувства голода лежит безусловный рефлекс. Однако кора большого мозга обостряет это чувство, делает его проявление более тонким и совершенным.

Физиологическая сущность аппетита была подробно изучена в лаборатории И.П.Павлова. По И.П.Павлову, аппетит «... это есть истинное желание еды». Чувство аппетита связано с активностью пищевого звена пищевого центра, деятельность которого проявляется на основе цепи условных рефлексов. Аппетит возникает при виде, приятном запахе пищи, слуховых раздражениях, связанных с приготовлением пищи, при запоминании или разговоре о ней. Для появления аппетита необходимы определенные условия, нормальное состояние высшей нервной деятельности (бодрое настроение, отсутствие отрицательных эмоций), оптимальный тонус желудочно-кишечного тракта, наличие витаминов группы В, особенно В₁. Способствуют возникновению аппетита разнообразное питание, приятный внешний вид приготовленной пищи, обстановка, в которой принимается еда.

Изучение аппетита состоит в том, что он носит сигнальный характер, возникая еще до истощения питательных запасов в организме. Аппетит направляет внимание организма на пищу и способствует более совершенному течению процессов пищеварения.

В лаборатории И.П.Павлова было установлено, что переваривание пищи в желудочно-кишечном тракте при наличии аппетита протекает более полноценно, пищеварительные соки более активны, с большим количеством ферментов. По И.П.Павлову «... аппетит есть сок».

Отсутствие аппетита связано с торможением активности пищевого центра, что может быть результатом психических (горе, тоска, одиночество, отрицательные эмоции) и болевых воздействий, а также следствием однообразного питания, излишнего употребления сахара, конфет и т.д. Для сохранения аппетита надо «... есть столько раз в день и понемногу, не до полного насыщения».

При удовлетворении чувства голода возникает ощущение сытости или насыщения. В настоящее время наиболее изучены два механизма возникновения чувства насыщения: один обусловлен

раздражением механорецепторов желудка и верхнего отдела тонкого кишечника определенным объемом пищи, другой — полным метаболическим обеспечением организма.

Первый механизм. Чувство сытости появляется в результате торможения нейронов латеральных ядер гипоталамуса афферентными импульсами, идущими от механорецепторов желудка и верхних отделов тонкого кишечника при поступлении определенного объема пищи в эти отделы системы пищеварения.

В опытах на собаках с фистулами желудка и верхнего отдела тонкого кишечника показано, что после введения пищи в канюли в указанные отделы у животных не возникла потребности в еде. Если же у собак предварительно перерезали блуждающие нервы, иннервирующие желудок, и повторяли опыт, то потребность в насыщении у животных не проявлялась и они не отказывались от еды.

Чувство насыщения можно вызвать и у человека растяжением желудка обильной малокалорийной пищей.

Возбуждение рецепторов желудка рефлекторно стимулирует также выходу питательных веществ из депо в кровь, что обозначается как сенсорное насыщение. Сенсорное насыщение наступает через 15-20 мин после начала еды и, следовательно, может быть обусловлено всасыванием питательных веществ в кровь.

Второй механизм. Истинное, метаболическое, или вторичное насыщение возникает после всасывания питательных веществ в кишечника в кровь, что наблюдается через 1½-2 ч после приема пищи.

Жажда — субъективное ощущение потребности пить воду. Объективно проявляется двигательной реакцией животного человека к источнику воды. Жажда субъективно оценивается ощущением сухости во рту, что служит сигналом возникновения соответствующей поведенческой реакции организма.

Взрослый человек в течение суток при отсутствии потребности в физических нагрузках теряет с выдыхаемым воздухом, потом, мочой, калом около 3,5 л воды. Следовательно, пищевой рацион должен содержать достаточное количество жидкости, чтобы организм не создавался условия для нарушения водно-солевого баланса. Истинное чувство жажды связано с обеднением организма

водой (недостаточное количество воды в пищевом рационе или недостаточное содержание минеральных веществ; большая потеря воды во время физической нагрузки, под влиянием высокой окружающей температуры, кровопотери; заболевания — диабет и др.) в результате которого происходит изменение осмотических свойств его клеток и жидкостей. Изменения величины осмотического давления приводят к возбуждению специальных рецепторов (осморорецепторов), которые имеются во всех тканях организма. Нервные импульсы от этих рецепторов идут к головному центру (продолговатый мозг, гипоталамус), повышают активность его нейронов, что и обуславливает появления чувства жажды.

Положное чувство жажды возникает при нормальном содержании воды в организме. В этом случае также происходит подсыхание слизистой ротовой полости. Однако причины этого явления другие. Положительное чувство жажды может появляться при продолжительном голодании, пении, эмоциональных напряжениях (волнение, страх и др.).

Глава 12. Раздел: «Гемодинамика»

План:

1. Типы кровеносных сосудов, особенности их строения
2. Закон гемодинамики.
3. Давление крови в различных отделах сосудистого русла
4. Систолическое и диастолическое давление.
5. Артериальный пульс.
6. Микроциркуляция.
7. Иннервация кровеносных сосудов.
8. Гуморальная регуляция сосудов.
9. Сосудодвигательные центры мозга.
10. Деятельность сердечно-сосудистой системы физической нагрузке.

12.1. КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ

Типы кровеносных сосудов, особенности их строения. Различают несколько видов сосудов: магистральные, резистивные, истинные капилляры, емкостные и шунтирующие сосуды.

1. Магистральные сосуды - это наиболее крупные артерии, которых ритмически пульсирующей, изменчивый кровяной превращается в более равномерный и плавный. Стенка этих сосудов содержит мало гладкомышечных элементов и мало эластических волокон. В магистральных сосудах наблюдается небольшое сопротивление кровотоку.

2. Резистивные сосуды (сосуды сопротивления) включают себя прекапиллярные (мелкие артерии, артериолы) и посткапиллярные (венулы и мелкие вены) сосуды сопротивления. Соотношение между тонусом пре- и посткапиллярных сосудов определяет уровень гидростатического давления в капиллярах, величину фильтрационного давления и интенсивность обмена жидкости.

3. Истинные капилляры (обменные сосуды) - наименьший отдел сердечно-сосудистой системы. Через тонкие стенки капилляров происходит обмен между кровью и тканями (транскапиллярный обмен). Стенки капилляров не состоят из гладкомышечных элементов.

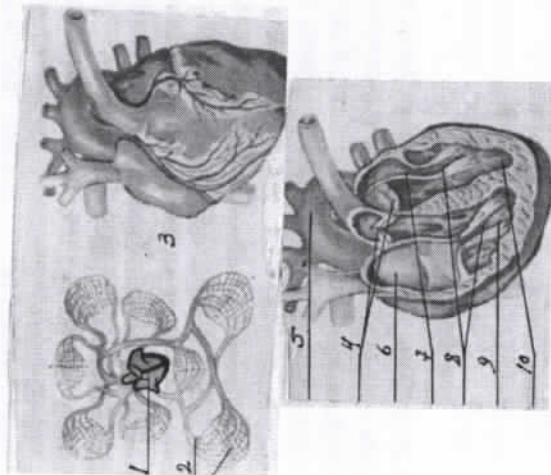
4. Емкостные сосуды - венозный отдел сердечно-сосудистой системы. Емкостными эти сосуды называют потому, что они

250

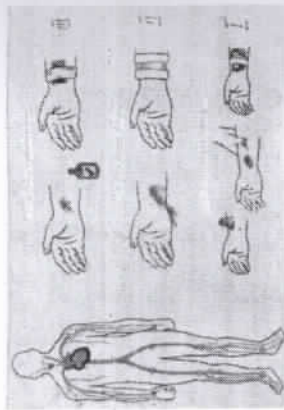
содержат примерно 70-80% всей крови.



Общая схема местного кровообращения



1-сердце; 2-кровеносные сосуды; 3-внешнее строение сердца; 4-внутренние клапаны; 5-аорта; 6-правое предсердие; 7-левое предсердие; 8-двустворчатый клапан; 9-правый желудочек; 10-левый желудочек.



Кровотечение в артериях (I), венах (II) и капиллярах (III)

5. Шунтирующие сосуды - артериовенозные анастомозы, обеспечивающие прямую связь между мелкими артериями и венами в обход капиллярного ложа.

Закономерности движения крови по сосудам, их эластичности сосудистой стенки. В соответствии с законами гидродинамики движение крови определяется двумя силами: разностью давления в начале и конце сосуда (способствует продвижению жидкости по сосуду) и гидравлическому сопротивлению, которое препятствует току жидкости. Отношение разности давления к сопротивлению определяет объемную скорость тока жидкости. Объемная скорость тока жидкости, протекающей по трубам в единицу времени, выражается уравнением:

$$Q = \frac{P_1 - P_2}{R},$$

где Q - объем жидкости, $P_1 - P_2$ - разность давлений в начале и конце сосуда, по которому течет жидкость, R - сопротивление потоку. Эта зависимость носит название основного гидродинамического закона: количество крови, протекающей в единицу времени через кровеносную систему, тем больше, чем больше разность давления в ее артериальном и венозном концах, чем меньше сопротивление току крови. Основным гидродинамический закон определяет состояние кровообращения в целом и течение крови через сосуды отдельных органов. Количество крови, проходящей за 1 мин через сосуды большого круга кровообращения, зависит от разности кровяного давления в артериях

и венах и от общего сопротивления кровотоку. Количество крови, протекающей через сосуды малого круга кровообращения, определяется разностью кровяного давления в легочном стволе и венах и сопротивлением кровотоку в сосудах легких. Наконец, количество крови, проходящей через отдельный орган, например мозг, почки и т.д., зависит от разности давлений в артериях и венах этого органа и сопротивления течению крови в его сосудистой сети.

Сердце во время систолы выбрасывает в соответствующие сосуды определенные порции крови. Однако кровь по кровеносным сосудам течет не прерывистой, а беспрерывной струей. Что же обеспечивает движение крови во время диастолы желудочков? Кровь движется по сосудам во время расслабления желудочков за счет потенциальной энергии. Ударный объем сердца растягивает эластические и мышечные элементы стенки, главным образом магистральных сосудов. В стенках магистральных сосудов накапливается запас энергии сердца, затраченный на их растяжение. Во время диастолы эластическая стенка артерий сжимается и накопленная в ней потенциальная энергия сердца толкает кровь. Растяжение крупных артерий облегчается благодаря их высокому сопротивлению, которое оказывают резистивные сосуды. Поэтому кровь, выбрасываемая сердцем во время систолы, успевает дойти до мелких кровеносных сосудов. В результате этого создается временный избыток крови в крупных артериальных сосудах.

Таким образом, сердце обеспечивает движение крови в артериях и во время систолы, и во время диастолы. Значение эластичности сосудистых стенок состоит в том, что они обеспечивают переход прерывистого, пульсирующего (в результате сжатия желудочков) тока крови в постоянный. Это важное свойство сосудистой стенки обуславливает сглаживание резких колебаний давления, что способствует бесперебойному снабжению органов и тканей.

12.2. Давление крови в различных отделах сосудистого русла

Давление крови в различных отделах сосудистого русла неодинаково: в артериальной системе оно выше, в венозной - ниже. Это отчетливо видно из данных, представленных в табл. 2 и рис. 43.

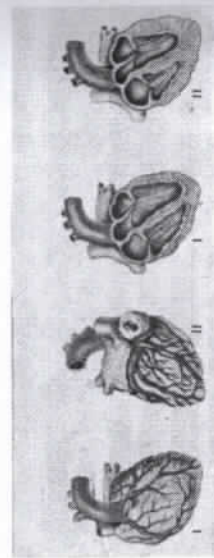
Таблица 1
Среднединамическое давление в различных участках
кровеносной системы человека

Сосуды	Давление	
	кПа	мм рт. ст.
Аорта	13,3	100
Артерия	12	90
Артериолы	7,3	55
Капилляры	3,33	25
Венулы	1,6	12
Вены	0,66	5
Полная вена	0,4	3

Кровяное давление - давление крови на стенки кровеносных сосудов, измеряется в паскалях (1 Па 1 Н/м²). Нормальное кровяное давление необходимо для циркуляции крови и снабжении кровью органов и тканей, для образования тканевой жидкости в капиллярах, а также для осуществления секреции и экскреции.



Определение кровяного давления у человека методом
Коротковой



Внешний и внутренний вид сердца у тренированного (1) и
нетренированного (2) человека

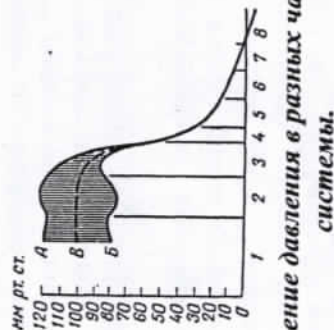


Рис. 44. Изменение давления в разных частях сосудистой системы.

А - систолическое; Б - диастолическое; В - среднее; 1 - аорта; 2 - крупные артерии; 3 - мелкие артерии; 4 - артериолы; 5 - капилляры; 6 - венулы; 7 - вены; 8 - полые вены.

Величина кровяного давления зависит от трех основных факторов: частоты и силы сердечных сокращений; величины периферического сопротивления, то есть тонуса стенок сосудов, главным образом артериол и капилляров; объема циркулирующей крови.

Давление крови определяют в артериальных, венозных, капиллярных сосудах. Артериальное давление у здорового человека является довольно постоянной величиной. Однако оно всегда подвергается небольшим колебаниям в зависимости от фаз деятельности сердца и дыхания.

Различают систолическое, диастолическое, пульсовое и среднединамическое артериальное давление.

Систолическое (максимальное) давление отражает состояние миокарда левого желудочка. Оно составляет 13,3-16,0 кПа (100-120 мм рт. ст.).

Диастолическое (минимальное) давление характеризует тонус артериальных стенок. Оно равняется 7,8-10,7 кПа (60-80 мм рт. ст.).

Пульсовое давление - это разность между величинами систолического и диастолического давления. Пульсовое давление необходимо для открытия клапанов аорты и легочного ствола во время систолы желудочков. В норме оно равно 4,7-7,3 кПа (35-55 мм рт. ст.). Если систолическое давление станет равным диастолическому, движение крови будет невозможным и наступит смерть.

Среднединамическое давление равняется сумме диастолического и $1/3$ пульсового давления. Среднединамическое давление выражает энергию непрерывного движения крови и представляет собой постоянную величину для данного сосуда и организма.

На величину артериального давления оказывают влияние различные факторы: возраст, время суток, состояние организма, центральной нервной системы и т.д. У новорожденных величина максимального артериального давления составляет 5,3 кПа (40 мм.рт.ст.), в возрасте 1 мес - 10,7 кПа (80 мм рт.ст.), 10-14 лет 13,3- кПа (100-110 мм рт. ст.), 16-40 лет - 14,7- 17,3 кПа (110-130 мм рт. ст.). С возрастом максимальное давление увеличивается в большей степени, чем минимальное.

В течение суток наблюдается колебание величины артериального давления: днем оно выше, чем ночью.

Значительное повышение максимального артериального давления может наблюдаться при тяжелой физической нагрузке, во время спортивных состязаний и др. После прекращения работы или окончания соревнований артериальное давление быстро возвращается к исходным показателям. Повышение артериального давления называется - гипертензией, понижение,- гипотензией. Гипотензия может наступить в результате отравления некоторыми наркотиками, при сильных травмах, обширных кровопотерях.

Стойкие гипертензия и гипотензия могут свидетельствовать о нарушении функций органов, физиологических систем и всего организма в целом. В этих случаях необходима квалифицированная врачебная помощь.

У человека артериальное давление определяется непрямым методом по Короткову (рис.45). Для этой цели необходимо иметь сфигмоманометр и фонендоскоп. Сфигмоманометр состоит из ртутного манометра, широкого плоского резинового манжетного манжеты и нагнетательной резиновой группы, соединенных друг с другом резиновыми трубками. Артериальное давление у человека обычно измеряют в плечевой артерии. Резиновую манжету плотно накладывают на плечо. Затем с помощью группы в манжете поднимают давление воздуха выше предполагаемой величины систолического давления крови в артерии. Затем в области локтевого сгиба, то есть ниже места пережатия, на плечевую артерию ставят фонендоскоп и начинают с помощью ин-

инесному выпускать воздух из манжеты, снижая давление.

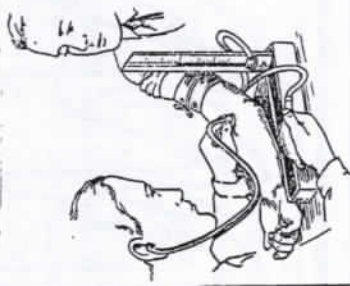


Рис. 46. Определение артериального давления у человека.

Когда давление в манжете понизится настолько, что кровь при систоле оказывается способной его преодолеть, прослушиваются характерные звуки - тоны. Эти тоны обусловлены появлением тока крови при систоле и отсутствием его при диастоле. Показания манометра, которые соответствуют появлению тонов, характеризуют максимальное, или систолическое, давление в плечевой артерии. При дальнейшем понижении давления в манжете тоны сначала усиливаются, а затем затихают и перестают прослушиваться. Прекращение звуковых явлений свидетельствует о том, что теперь и во время диастолы кровь способна проходить по сосуду. Прерывистое течение крови превращается в непрерывное. Снижение крови по сосудам в этом случае не сопровождается звуковыми явлениями. Показания манометра, которые соответствуют моменту исчезновения тонов, характеризуют диастолическое, минимальное, давление в плечевой артерии.

Артериальный пульс - периодические расширения и сужения стенок артерий, обусловленные поступлением крови в артерию при систоле левого желудочка. Пульс характеризуется рядом признаков, которые определяются путем пальпации чаще всего плечевой артерии в нижней трети предплечья, где она расположена наиболее поверхностно.

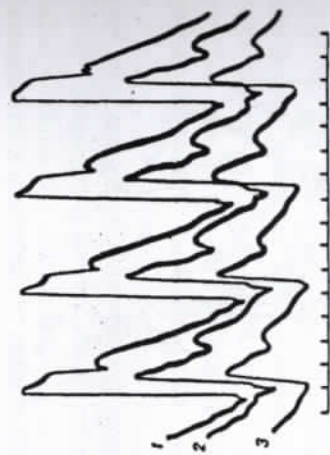


Рис. 47. Сфигмограммы артерий, записанные синхронно: 1 - аортальная; 2 - лучевая; 3 - пальцевая.

Пульс характеризуют следующие признаки: частота - число ударов в 1 мин, ритмичность - правильное чередование пульсовых ударов, наполнение - степень изменения объема артерии, устанавливаемого по силе пульсового удара, напряжение - характеризуется силой, которую надо приложить, чтобы сжать артерию до полного исчезновения пульса.

Пальпацией определяют и состояние стенок артерий: жесткость стенок артерий до исчезновения пульса в случае склеротических изменений сосуд определяется как плотный тяж.

Возникшая пульсовая волна распространяется по артериям. В мере ее распространения она ослабевает и затухает на уровне капилляров. Скорость распространения пульсовой волны в различных сосудах у одного и того же человека неодинакова, она больше в сосудах мышечного типа и меньше в эластичных сосудах. Так, у людей молодого и пожилого возраста скорость распространения пульсовых колебаний в эластичных сосудах лежит в пределах от 4,8 до 5,6 м/с, в крупных артериях мышечного типа - от 6,0 до 7,0-7,5 м/с. Таким образом, скорость распространения пульсовой волны по артериям значительно больше, чем скорость движения крови по ним, которая не превышает 0,5 м/с. С возрастом, когда понижается эластичность сосудов, скорость распространения пульсовой волны уменьшается.

Для более детального изучения пульса производят его запись с помощью сфигмографа. Кривая, полученная при записи пульсовых колебаний стенки артерии, называется сфигмограммой (рис. 47).

На сфигмограмме аорты и крупных артерий различают выходящее колено - а на кроте и нисходящее колено - катакрот. Катакрот отражает растяжение стенки аорты при поступлении новой порции крови и повышении давления в начале систолы следующего желудочка. Пульсовая волна распространяется по сосудам, и сфигмограмме фиксируется подъем кривой. В конце систолы желудочка, когда давление в нем снижается, а стенки сосудов возвращаются в исходное состояние на сфигмограмме появляется выходящее колено. Во время диастолы желудочков давление в их полости понижается ниже, чем в артериальной системе, поэтому создаются условия для возвращения крови в желудочки. В результате этого давление в артериях падает, что отражается на пульсовой кривой в виде глубокой выемки - инцизуры. Однако на своем пути кровь встречает препятствие - полулунные заслонки. Кровь оттекает в них и обуславливает появление вторичной волны повышения давления. Это в свою очередь вызывает вторичное расширение стенок артерий, что фиксируется на сфигмограмме в виде вторичного подъема.

12.3. Физиология микроциркуляции

В сердечно-сосудистой системе центральным является микроциркуляторное звено, основной функцией которого является микроциркуляторный обмен.

Микроциркуляторное звено сердечно-сосудистой системы представлено мелкими артериями, артериолами, метартериолами, капиллярами, венолами, мелкими венами и артериоловеноулярными анастомозами. Артериоловеноулярные анастомозы служат для уменьшения сопротивления току крови на уровне капиллярной сети. При открытии анастомозов увеличивается давление в данном русле и ускоряется движение крови по венам.

Транскапиллярный обмен происходит в капиллярах. Он возможен благодаря особому строению капилляров, стенка которых имеет двустороннюю проницаемость. Проницаемость - важный процесс, который обеспечивает оптимальную среду для нормальной жизнедеятельности клеток организма.

Рассмотрим особенности строения важнейших представителей микроциркуляторного русла - капилляров.

Капилляры открыты и изучены итальянским ученым Мальпиги (1661). Общее количество капилляров в системе сосудов большого тела кровообращения составляет около 2 млрд., протяженность их

- 8000 км, площадь внутренней поверхности 25 м^2 . Поперечное сечение всего капиллярного русла в 500-600 раз больше поперечного сечения аорты.

Капилляры имеют форму шпильки, срезанной или игольчатой. В капилляре различают артериальное и венозное колено, а также вставочную часть. Длина капилляра равна 0,4-0,5 мм, диаметр - 8-10 мкм. Через просвет такого сосуда эритроциты проходят друг за другом, несколько деформируясь. Скорость течения крови в капиллярах составляет 0,5-1 мм/с, что в 500-600 раз меньше скорости тока крови в аорте.

Стенка капилляров образована одним слоем эндотелиальных клеток, которые снаружи сосуда располагаются на тонкой соединительнотканной базальной мембране.

Существуют закрытые и открытые капилляры. Работают мышца животного содержит в 30 раз больше капилляров, чем мышца, находящаяся в состоянии покоя.

Форма, размеры и количество капилляров в различных органах неодинаковы. В тканях органов, в которых наиболее интенсивно происходят обменные процессы, количество капилляров на 1 см поперечного сечения значительно больше, чем в органах, где метаболизм менее выражен. Так, в сердечной мышце на 1 см поперечного сечения приходится в 5-6 раз больше капилляров, чем в скелетной мышце.

Для выполнения капиллярами их функций (транскapилляризация обмена) имеет значение артериальное давление. В артериальном колене капилляра давление крови составляет 4,3 кПа, (32 мм рт. ст.), в венозном - 2,0 кПа (15 мм рт. ст.). В капиллярах почечных клубочков давление достигает 9,3-12,0 кПа (70-90 мм рт. ст.). В капиллярах, оплетающих почечные каналы, - 1,9-кПа (14-18 мм рт. ст.). В капиллярах легких давление равняется 0,8 кПа (6 мм рт. ст.).

Таким образом, величина давления в капиллярах тесно связана с состоянием органа (покой, активность) и его функциями.

Кровообращение в капиллярах можно наблюдать в микроскопом в плавающей перепонке лапки лягушки. В капиллярах кровь движется прерывисто, что связано с изменением просвета артериол и прекапиллярных сфинктеров. Фазы сокращения и расслабления длятся от нескольких секунд до нескольких минут.

Активность микрососудов регулируется нервными и гуморальными механизмами. На артериолы главным образом действуют симпатические нервы, на прекапиллярные сфинктеры - гуморальные факторы (гистамин, серотонин и др.).

Особенности кровотока в венах. Кровь из циркуляторного русла (венулы, мелкие вены) поступает в венозную систему. В венах давление крови низкое. Если в начале артериального русла давление крови равно 18,7 кПа (140 мм рт. ст.), то в венах оно составляет 1,3-2,0 кПа (10-15 мм рт. ст.). В венозной части венозного русла давление крови приближается к нулю и даже может быть ниже атмосферного давления.

Движению крови по венам способствует ряд факторов: работа сердца, клапанный аппарат вен, сокращение скелетных мышц, всасывающая функция грудной клетки.

Работа сердца создает разность давления крови в артериальной системе и правом предсердии. Это обеспечивает венозный возврат крови к сердцу. Наличие в венах клапанов способствует движению крови в одном направлении - к сердцу. Чередование сокращений и расслаблений, мышц является важным фактором, способствующим движению крови по венам. При сокращении мышц тонкие стенки вен сжимаются, и кровь продвигается по направлению к сердцу. Ослабление скелетных мышц способствует поступлению крови из артериальной системы в вены. Такое нагнетающее действие мышц получило название мышечного насоса, который является помощником основного насоса - сердца. Движение крови по венам происходит во время ходьбы, когда ритмически работает мышечный насос нижних конечностей.

Отрицательное внутригрудное давление, особенно в фазу вдоха, способствует венозному возврату крови к сердцу. Внутригрудное отрицательное давление вызывает расширение венных сосудов области шеи и грудной полости, обладающих тонкими и податливыми стенками. Давление в венах понижается, облегчается движение крови по направлению к сердцу.

Скорость тока крови в периферических венах составляет 5-14 см/с, полых венах - 20 см/с.

Время кругооборота крови

Временем кругооборота крови называют время, необходимое для прохождения крови по двум кругам кровообращения. Оно равно, что у взрослого здорового человека при 70-80

сокращения сердца в 1 мин полный кругооборот крови происходит за 20-23 с. Из этого времени $1/5$ приходится на время кругообращения и $4/5$ - на большой.

Существует ряд методов, с помощью которых определяют время кругооборота крови. Принцип этих методов состоит в том, что в вену вводят какое-либо вещество, не встречающееся в организме, и определяют, через какой промежуток времени оно появляется в одноименной вене другой стороны или возникает характерное для него действие.

В настоящее время для определения времени кругооборота крови используют радиоактивный метод. В локтевую вену вводят радиоактивный изотоп, например ^{24}Na , на другой же руке специальным счетчиком регистрируют его появление в крови. Время кругооборота крови при нарушениях деятельности сердечно-сосудистой системы может существенно изменяться. У больных с тяжелыми заболеваниями сердца время кругооборота крови может увеличиваться до 1 мин.

Движение крови в различных отделах системы кровообращения характеризуется двумя показателями - объемной и линейной скоростью кровотока.

Объемная скорость кровотока одинакова в поперечном сечении любого участка сердечно-сосудистой системы. Объемная скорость в аорте равна количеству крови, выбрасываемой сердцем в единицу времени, то есть минутному объему крови. Такое же количество крови поступает к сердцу по полым венам за 1 мин. Однако объемная скорость крови, притекающей и оттекающей от органов различна.

На объемную скорость кровотока оказывают влияние в первую очередь разность давления в артериальной и венозной системах и сопротивление сосудов. Повышение артериального и снижение венозного давления обуславливает увеличение разности давлений в артериальной и венозной системах, что приводит к нарастанию скорости кровотока в сосудах. Снижение артериального и повышение венозного давления влечет за собой уменьшение разности давлений в артериальной и венозной системах. При этом наблюдается уменьшение скорости кровотока в сосудах.

На величину сопротивления сосудов влияет ряд факторов: радиус сосудов, их длина, вязкость крови.

Линейная скорость кровотока - это путь, пройденный единицу времени каждой частицей крови. Линейная скорость

кровотока в отличие от объемной неодинакова в разных участках областей. Линейная скорость движения крови в венах меньше, чем в артериях. Это связано с тем, что просвет вен больше просвета артериального русла. Линейная скорость кровотока наибольшая в артериях и наименьшая в капиллярах. Следовательно, линейная скорость кровотока обратно пропорциональна суммарной площади поперечного сечения сосудов.

В потоке крови скорость отдельных частиц различна. В разных сосудах линейная скорость максимальна для частиц, движущихся по оси сосуда, минимальна - для пристеночных слоев.

В состоянии относительного покоя организма линейная скорость кровотока в аорте составляет 0,5 м/с. В период активной деятельности организма она может достигать 2,5 м/с. В мере разветвления сосудов ток крови в каждой веточке уменьшается. В капиллярах он равен 0,5 мм/с, что в 1000 раз меньше, чем в аорте. Замедление кровотока в капиллярах облегчает обмен веществ между тканями и кровью. В крупных венах линейная скорость тока крови увеличивается, так как уменьшается площадь сосудистого сечения. Однако она никогда не достигает скорости тока крови в аорте.

Величина кровотока в отдельных органах различна. Она зависит от кровоснабжения органа и уровня его активности.

12.4. Иннервация кровеносных сосудов

Изучение вазомоторной иннервации было начато русским исследователем А.П.Вальтером, учеником Н.И.Пирогова, и французским физиологом Клодом Бернаром.

А.П.Вальтер (1842) изучал влияние раздражения и перерезки симпатических нервов на просвет кровеносных сосудов в значительной перепонке лягушки. Наблюдая за просветом кровеносных сосудов под микроскопом, А.П.Вальтер установил, что симпатические нервы обладают способностью суживать сосуды.

Клод Бернар (1852) изучал влияние симпатических нервов на просвет сосудов уха кролика-альбиноса. Он обнаружил, что раздражение электрическим током симпатического нерва на шее у кролика закономерно сопровождается сужением сосудов: ухо животного становилось бледным и холодным. Перерезка симпатического нерва на шее приводила к расширению сосудов

уха, которое становилось красным и теплым (рис. 48).

Современные данные также свидетельствуют о том, что симпатические нервы для сосудов являются вазоконстрикторами (суживают сосуды). Установлено, что даже в условиях покоя по вазоконстрикторным волокнам к сосудам нервного сплетения поступают нервные импульсы, которые поддерживают на этом уровне тонус сосудов. Вследствие этого перерезка симпатических нервов сопровождается расширением сосудов.

Сосудосуживающее влияние симпатических нервов распространяется на сосуды головного мозга, легких, сердца и работающих мышц. При возбуждении симпатических нервов суживаются указанные органы и ткани расширяются.

Сосудорасширяющие нервы входят в состав нервных сплетений парасимпатических нервов. Сосудорасширяющие нервные волокна обнаружены в составе симпатических нервов и задних корешках спинного мозга.

Сосудорасширяющие волокна (вазодилаторы) парасимпатической природы. Впервые Клод Бернар установил, что вазодилаторные нервы содержат VII пар черепных нервов (лицевой нерв). При раздражении нерва он вызывает расширение сосудов подчелюстной железы. В настоящее время известно, что и в составе других парасимпатических нервов имеются вазодилаторные нервные волокна. Парасимпатические нервные волокна обнаружены в языкоглоточном (IX пара черепных), блуждающем (X пара черепных) и тазовом нервах.

Сосудорасширяющие волокна симпатической природы. Симпатические вазодилаторные волокна иннервируют скелетные мышцы. При их раздражении сосуды расширяются в кровотоке в скелетной мускулатуре во время физической нагрузки. Симпатические вазодилаторные волокна участвуют в рефлекторной регуляции артериального давления.

Сосудорасширяющие волокна задних корешков спинного мозга. При раздражении периферических концов задних корешков спинного мозга, в состав которых входят чувствительные волокна, можно наблюдать расширение сосудов кожи.

Гуморальная регуляция тонуса сосудов

В регуляции тонуса сосудов участвуют также гуморальные вещества, которые могут воздействовать на сосудистую стенку как непосредственно, - так и изменяя нервные влияния. Принято различать гуморальные вещества, оказывающие влияние на тонус сосудов, на сосудоусуживающие и сосудорасширяющие.

К сосудоусуживающим веществам относятся адреналин, ангиотензин (гормон задней доли гипофиза), ангиотензин (ангирензин), образующийся из α -глобулина под влиянием ренина (фермент почечной ткани), серотонин - биологически активное вещество, носителями которого являются тромбоциты и эритроциты. Указанные гуморальные вещества преимущественно суживают артерии и капилляры.

К сосудорасширяющим веществам относятся гистамин, ацетилхолин, тканевые гормоны - кинины, простагландины. Гистамин - продукт белкового происхождения, образуется в эндотелии, базофилах, в стенке желудка, кишечника и т.д. Гистамин является активным вазодилатором, он расширяет мелкие сосуды - артериолы и капилляры. Ацетилхолин действует местно, расширяет мелкие артерии. Главным вазодилатором кининов является брадикинин. Он расширяет преимущественно мелкие артериальные сосуды и прекапиллярные веточки, что способствует увеличению кровотока в органах. Простагландины содержатся во всех органах и тканях человека. Некоторые из простагландинов дают выраженный вазодилаторный эффект, который проявляется местно. Сосудорасширяющие свойства присущи и другим веществам, например молочной кислоте, ионам калия, магния и т.д.

Таким образом, просвет кровеносных сосудов, их тонус регулируются нервной системой и гуморальными факторами, к которым относится большая группа биологически активных веществ с выраженным вазоконстрикторным или вазодилаторным действием.

12.5. Сосудодвигательный центр, его локализация и значение

Регуляция тонуса сосудов осуществляется сложным механизмом, который включает в себя нервный и гуморальный

компоненты.

В нервной регуляции тонуса сосудов принимают участие спинной, продолговатый, средний и промежуточный мозг, кора большого мозга.

Спинной мозг. Русский исследователь Ф. В. Овсянников в 1871 г. одним из первых указал на роль спинного мозга в регуляции тонуса сосудов. У кроликов после отделения спинного мозга от продолговатого путем поперечной перерезки наблюдалось резкое падение артериального давления в результате понижения тонуса сосудов. В дальнейшем отмечалась постепенная нормализация тонуса сосудов и соответственно повышалось артериальное давление, которое держалось на достаточно высоком уровне.

Нормализация артериального давления у «спинных» животных осуществляется за счет нейронов, расположенных в боковых рогах грудных и поясничных сегментов спинного мозга в дающих начало симпатическим нервам, которые связаны с сосудами соответствующих участков тела. Эти нервные клетки выполняют функцию спинальных сосудодвигательных центров и принимают участие в регуляции тонуса сосудов.

Продолговатый мозг. Ф. В. Овсянников на основании результатов опытов с высокой поперечной перерезкой спинного мозга у животных пришел к заключению, что в продолговатом мозге локализуется сосудодвигательный центр. Этот центр регулирует деятельность спинальных сосудодвигательных центров, которые находятся в прямой зависимости от его активности.

Современные данные подтверждают факты, установленные Ф. В. Овсянниковым и другими учеными. Сосудодвигательный центр - это парное образование, которое располагается на доромбовидной ямки и занимает нижнюю и среднюю ее части.

При локальном раздражении отдельных участков мозга иглоукачивающими электродами было показано, что сосудодвигательный центр состоит из двух отличных в функциональном отношении областей - прессорной и депрессорной. Возбуждение нейронов прессорной области сосудодвигательного центра приводит к повышению тонуса сосудов и уменьшению их просвета, возбуждение нейронов депрессорной зоны обуславливает понижение тонуса сосудов и увеличение их просвета.

Средний мозг и гипоталамическая область. Раздражение нейронов среднего мозга, по данным ранних работ

В. Я. Данилевского (1875), сопровождается повышением тонуса сосудов, приводящим к увеличению артериального давления. Раздражение передних отделов гипоталамической области приводит к понижению тонуса сосудов, увеличению их просвета и падению артериального давления. Стимуляция нейронов задних отделов гипоталамуса, наоборот, сопровождается повышением тонуса сосудов, уменьшением их просвета и увеличением артериального давления. Влияние гипоталамической области на тонус сосудов осуществляется главным образом через сосудодвигательный центр продолговатого мозга.

Условнорефлекторный механизм регуляции тонуса сосудов. Классическим приемом, который позволяет судить о кортикальных влияниях на функции организма, является метод условных рефлексов. В лаборатории И. П. Павлова его учеником (Н. С. Цитович) впервые были образованы условные сосудистые рефлексы у человека.

Таким образом, по своему функциональному значению и механизму действия на тонус сосудов отдельные уровни центральной нервной системы неравнозначны. Сосудодвигательный центр продолговатого мозга осуществляет регуляцию тонуса сосудов, воздействуя на спинальные сосудодвигательные центры. Кора большого мозга и гипоталамическая область вызывают опосредованное влияние на тонус сосудов* изменяя возбудимость нейронов продолговатого и спинного мозга.

Значение сосудодвигательного центра. Нейроны сосудодвигательного центра за счет своей активности осуществляют регуляцию тонуса сосудов, поддерживают нормальное кровяное давление, обеспечивают движение крови по сосудистой системе и перераспределение в организме по отдельным органам и тканям, влияют на процессы терморегуляции, изменяя просвет сосудов.

Тонус сосудодвигательного центра продолговатого мозга. Нейроны сосудодвигательного центра находятся в состоянии постоянного тонического возбуждения. Это возбуждение передается нейронам симпатической нервной системы, расположенным в боковых рогах спинного мозга. Отсюда возбуждение по симпатическим нервам поступает к сосудам и обуславливает их постоянное тоническое напряжение. Тонус сосудодвигательного центра зависит от нервных импульсов, постоянно идущих к нему от рецепторов различных

рефлексогенных зон.

Регуляция активности нейронов сосудодвигательного центра. Осуществляется за счет нервных импульсов, идущих от коры большого мозга, гипоталамической области, ретикулярной формации ствола мозга, а также афферентных импульсов поступающих с различных рецепторов.

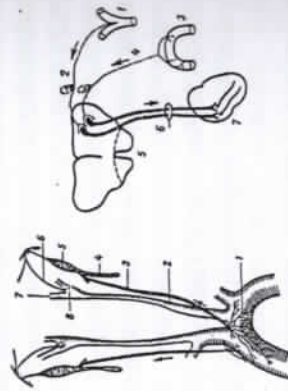


Рис. 49. Схема рефлекторной регуляции сердечной деятельности.

А - схема расположения нервов: 1 - дуга аорты; 2 - общая сонная артерия; 3 - депрессорный нерв; 4 - блуждающий нерв; 5 - внутренняя сонная артерия; 6 - синокаротидный нерв; 7 - наружная сонная артерия; 8 - внутренний синус; 2 - синокаротидный нерв; 3 - рефлекторная дуга; 4 - депрессорный нерв; 5 - продолговатый мозг; 6 - дуга аорты; 7 - блуждающий нерв.

Особенно важная роль в регуляции активности нейронов сосудодвигательного центра принадлежит аортальной и каротидной рефлексогенным зонам.

Рефлекторная зона дуги аорты представлена чувствительными нервными окончаниями депрессорного нерва, являющегося веточкой блуждающего нерва. Значение депрессорного нерва в регуляции деятельности сосудодвигательного центра впервые было доказано отечественным физиологом И.Ф.Ционом и немецким ученым Людвигом (1866). В области сонных синусов располагаются механорецепторы, связанные с языкоглоточной парой черепных нервов) и симпатическими нервами. Истощение раздражителем их является механическое растяжение, которое

наблюдается при изменении величины артериального давления. Механорецепторы чрезвычайно чувствительны к колебаниям давления. Особенно это относится к рецепторам сонных синусов, которые возбуждаются при изменении давления на 0,13-0,26 кПа (1-2 мм рт. ст.).

Рефлекторная регуляция активности нейронов сосудодвигательного центра, осуществляемая с дуги аорты и сонных синусов, односторонняя. Поэтому ее можно рассмотреть на примере одной из рефлексогенных зон (рис. 49).

При повышении артериального давления в сосудистой системе возбуждаются механорецепторы области дуги аорты. Нервные импульсы от рецепторов по депрессорному нерву и блуждающим нервам направляются в продолговатый мозг к сосудодвигательному центру. Под влиянием этих импульсов снижается активность нейронов прессорной зоны сосудодвигательного центра, что приводит к увеличению просвета сосудов и снижению артериального давления. Одновременно увеличивается активность блуждающих нервов и уменьшается возбудимость нейронов двигательного центра. Ослабление силы и уменьшение частоты сердечных сокращений под влиянием блуждающих нервов, а также частоты дыхательных движений в результате уменьшения активности нейронов дыхательного центра также способствует снижению артериального давления.

При уменьшении артериального давления наблюдаются противоположные изменения активности нейронов сосудодвигательного центра, ядер блуждающих нервов, нервных клеток двигательного центра, приводящие к нормализации артериального давления.

В восходящей части аорты, в ее наружном слое, располагается аортальное тельце, а в области разветвления сонной артерии - каротидное тельце, в которых локализованы рецепторы, чувствительные к изменениям химического состава крови, особенно к сдвигам содержания углекислого газа и кислорода. Известно, что при повышении концентрации углекислого газа и снижении содержания кислорода в крови происходит возбуждение этих хеморецепторов, которое обуславливает снижение активности нейронов прессорной зоны сосудодвигательного центра. Это приводит к уменьшению просвета артериальных сосудов и повышению артериального давления.

Одновременно рефлекторно увеличивается глубина и частота дыхательных движений в результате повышения активности дыхательного центра.

Рефлекторные изменения давления, возникающие в результате возбуждения рецепторов различных сосудистых областей получили название собственных рефлексов сердечно-сосудистой системы. К ним, в частности, относятся рассматриваемые рефлексы проявляющиеся при возбуждении рецепторов области дуги аорты и сонных синусов.

Рефлекторные изменения артериального давления обусловленные возбуждением рецепторов, локализованных в сердечно-сосудистой системе, получили название сопряженных рефлексов. Эти рефлексы возникают, например, при возбуждении болевых и температурных рецепторов кожи, проприорецепторов мышц при их сокращении и т. д.

Деятельность сосудодвигательного центра за счет регуляторных механизмов (нервных и гуморальных) приспособляется к изменению тонуса сосудов и, следовательно, кровоснабжение органов и тканей к изменяющимся условиям существования организма животного и человека. По современным представлениям, центры, регулирующие деятельность сердца и сосудодвигательный центр, функционально объединены в сердечно-сосудистый центр, который управляет функциями кровообращения.

12.6. Кровяное депо

В условиях относительного физиологического покоя в сосудистой системе находится 60-70% крови. Это так называемая циркулирующая кровь. Другая часть крови (30-40%) содержится в специальных кровяных депо. Эта кровь получила название депонированной, или резервной. Таким образом, количество крови в сосудистом русле может быть увеличено за счет поступления в из кровяных депо. Кровяное депо - органы или ткани, в сосудах которых временно скапливается кровь, что при необходимости позволяет возможность быстрого увеличения объема циркулирующей крови. К таким органам относятся селезенка, печень, легкие, тонкостенные вены, особенно вены брюшной полости, подсосочковые венозные сплетения кожи. Из всех перечисленных депо крови «истинным» депо является селезенка. В селезенке вследствие особенности ее строения действительно содержится

часть крови, временно выключенной из общей циркуляции. В сосудах печени, легких, венах брюшной полости и подсосочковых венозных сплетениях кожи вмещается большое количество крови. При сокращении сосудов, указанных органов и сосудистых областей в систему кровообращения поступает значительное количество крови.

С.П.Боткин одним из первых определил значение селезенки как органа, где происходит депонирование крови. Наблюдая больного с заболеванием крови, С.П.Боткин обратил внимание на то, что при истинном состоянии психики у больного, значительно увеличивалась в размерах селезенка. Напротив, психическое возбуждение большого сопровождалось существенным уменьшением размеров селезенки. В дальнейшем эти факты подтвердились и при обследовании других больных. Колебания размеров селезенки С.П.Боткин связывал с изменением содержания крови в органе.

У взрослого человека в селезенке содержится примерно 0,5 л крови. При возбуждении симпатической нервной системы происходит сокращение селезенки и кровь поступает в кровеносное русло. При возбуждении блуждающих нервов селезенка, напротив, увеличивается кровью.

Легкие и печень в своих сосудах вмещают большое количество крови. У взрослого человека в сосудистой системе печени обнаруживается около 0,6 л крови. Сосудистое русло легких содержит от 0,5 до 1,2 л крови.

В подсосочковых венозных сплетениях кожи вмещается до 1 л крови. Значительное количество крови содержится в венах брюшной полости. Все указанные сосуды иннервируются вегетативной нервной системой и функционируют так же, как сосуды селезенки и печени.

Кровь из депо поступает в общий круг кровообращения при возбуждении симпатической нервной системы (исключение составляют легкие), которое наблюдается при физической активности, эмоциях (гнев, страх), болевых раздражениях, голодном состоянии организма, кровопотерях, лихорадочных состояниях и т. д.

Депо крови наполняются при относительном покое организма, в время сна. В этом случае центральная нервная система оказывает влияние на депо крови через блуждающие нервы.

Перераспределение крови

Общее количество крови в сосудистом русле составляет 5-6 л. Этот объем крови не может удовлетворить увеличение потребности органов в крови в период их активности. Вследствие этого перераспределение крови в сосудистом русле является необходимым условием, обеспечивающим выполнение органами в тканями их функций. Перераспределение крови в сосудистом русле приводит к усилению кровоснабжения одних органов и уменьшению других. Перераспределение крови происходит в основном между сосудами мышечной системы и внутренними органами, особенно органов брюшной полости и кожи.

Во время физической работы в скелетных мышцах функционирует больше открытых капилляров и значительно расширяются артериолы, что сопровождается увеличением притоком крови. Возросшее количество крови в сосудах скелетных мышц обеспечивает их эффективную работу. Одновременно уменьшается кровоснабжение органов системы пищеварения.

Во время процесса пищеварения расширяются сосуды органов системы пищеварения, кровоснабжение их увеличивается, что создает оптимальные условия для осуществления физических и химической обработки содержимого желудочно-кишечного тракта. В этот период суживаются сосуды скелетных мышц и уменьшается их кровоснабжение.

Расширение сосудов кожи и увеличение притока крови к ней при высокой температуре окружающей среды сопровождается уменьшением кровоснабжения других органов, преимущественно системы пищеварения.

Перераспределение крови в сосудистом русле происходит в результате действия силы тяжести, например, сила тяжести обуславливает движение крови по сосудам шеи. Ускорения, возникающие в современных летательных аппаратах (самолеты, космические корабли при взлете и т. д.), также вызывают перераспределение крови в различных сосудистых областях организма человека.

Расширение сосудов в работающих органах и тканей и суживание их в органах, находящихся в состоянии относительного физиологического покоя, является результатом воздействия тонуса сосудов нервных импульсов, идущих от сосудодвигательного центра.

Функциональные особенности регионального кровообращения

Печень имеет две сети капилляров. Одна сеть капилляров обеспечивает деятельность пищеварительных органов, всасывание продуктов переваривания пищи и их транспорт от кишечника к печени. Другая сеть капилляров расположена непосредственно в ткани печени. Она способствует выполнению печеню функций, связанных с обменными и экскреторными процессами.

Кровь, поступающая в венозную систему и сердце, предварительно обязательно проходит через печень. В этом состоит особенность портального кровообращения, обеспечивающего осуществление печеню обезвреживающей функции. К особенностям портального кровообращения относятся и широкая сеть артериовенозных анастомозов между петлями печеночной артерии и сосудами системы воротной вены.

Легкие имеют двойное кровоснабжение: 1) сосуды малого круга кровообращения обеспечивают выполнение легкими дыхательной функции; 2) питание легочной ткани осуществляется в бронхиальных артериях, отходящих от грудной аорты.

Головной мозг обладает уникальной особенностью кровообращения: оно совершается в замкнутом пространстве черепа и происходит во взаимосвязи с кровообращением спинного мозга и размещенными церебральной жидкости. На сосуды головного мозга гуморальные факторы оказывают большее влияние, чем нервные. Повышение парциального давления кислорода газа на 130 Па (1 мм рт. ст.) сопровождается увеличением объемной скорости мозгового кровотока на 2,5%.

12.7. Деятельность сердечно-сосудистой системы при физической нагрузке

Физическая работа значительно отражается на функции сердца, наусе кровеносных сосудов, величине артериального давления и других показателях деятельности системы кровообращения. Изменения при физической активности потребности организма, в частности, в кислороде, удовлетворяются уже в так называемый рабочий период. В этот период вид спортивного помещения и производственная обстановка способствует подготовке к работе в строю работы сердца и кровеносных сосудов, в основе которой лежат условные рефлексы.

Наблюдается условнорефлекторное усиление работы сердца,

поступление части депонированной крови в общий круг кровообращения, увеличение выброса адреналина из мозгового вещества надпочечников в сосудистое русло. Адреналин в свою очередь стимулирует работу сердца и суживает сосуды внутренних органов. Все это способствует нарастанию величины артериального давления, увеличению кровотока через сердце, легкие, мозг.

Адреналин возбуждает симпатическую нервную систему, которая усиливает деятельность сердца, что также способствует повышению артериального давления.

Во время физической активности кровоснабжение мышц возрастает в несколько раз. Причиной этого является интенсивный обмен веществ в мышцах, что обуславливает увеличение концентрации метаболитов (углекислый газ, молочная кислота и др.), которые расширяют артериолы и способствуют раскрытию капилляров. Однако увеличение просвета сосудов работающих мышц не сопровождается падением артериального давления. Это сохраняется на достигнутом высоком уровне потому, что в это время проявляются прессорные рефлексы в результате возбуждения механорецепторов области дуги аорты и синусов. Вследствие этого сохраняется усиленная деятельность сердца и сужение сосудов внутренних органов, что поддерживает артериальное давление на высоком уровне.

Скелетные мышцы при своем сокращении механически сдавливают тонкостенные вены, что способствует увеличению венозному возврату крови к сердцу. Кроме того, повышение активности нейронов дыхательного центра в результате нарастания количества углекислого газа в организме приводит к увеличению глубины и частоты дыхательных движений. Это же в свою очередь увеличивает отрицательное внутригрудное давление - важный механизм, способствующий венозному возврату крови к сердцу.

Таким образом, уже через 3-5 мин после начала физической работы системы кровообращения, дыхания и крови значительно усиливают свою деятельность, приспособляя ее к новым условиям существования и удовлетворяя повышенные потребности организма в кислороде и кровоснабжении таких органов и тканей как сердце, легкие, мозг и скелетные мышцы.

При интенсивной физической работе минутный объем крови может составлять 30 л и более, это в 5-7 раз превышает минутный объем крови в состоянии относительного физиологического покоя

При этом ударный объем сердца может быть равен $150-200 \cdot 10^{-3}$ л (150-200 мл). Значительно увеличивается число сердечных сокращений. По некоторым данным, пульс может возрасти до 200 в мин и более. Артериальное давление в плечевой артерии повышается до 26,6 кПа (200 мм рт. ст.). Скорость кругооборота крови может увеличиваться в 4 раза.

Литература

1. Нуриддинов. Э.Н. Одам физиологияси. Тошкент-2005, 505 в.
2. Сон.Спичков., Услов норефлекторная деятельность. Душанбе-1989. 76 стр.
3. Нуриддинов. Э.Н. Физиологияи одам ва хайвоноти. Душанбе-2011. 164 в.
4. Нуриддинов. Э.Н., Мардонова М.Э. Анатомия и физиология. Самарканд 2016. 138 с.
5. Нозравёв.А.Д. Общий курс физиологии человека и животных.
6. Самусев.Р.П., Сеннябрёв.Н.Н. М..Издательство А.Т., Мир и Образование 2019, 557 с.
7. Нуриддинов. Э.Н., Рахамуродов.А.И. Физиология спорт физиологияи Тошкент-2019, 1,2- том, 333 б
8. Нуриддинов. Э.Н., Физиология высши нервной деятельности.Самарканд 2016, 105 с.
9. Тхоревский.В.И., Физкультура и спорт, 2001, 492 с.
10. Смирнов.В.И., Дубровиский.В.И., Физиология физического воспитания и спорта. -М., «Виладос пресс», 2002 г, 605 с.
11. Солодков.А.С., Сологуб.Э.Б., Физиология человека, М. «Спорт», 2013
12. Азимов.И.Г., Собитов.Ш.С., Спорт физиологияси. Т., 1993.
13. Уилмор.Д., Костил.Д.Л., Физиология спорта и двсигатильной активности Кеив. 1997. 504 с.
14. Покровиский.В.М., Коротко.Г.Ф., Физиология человека., М., 1997.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Глава 1. ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИОЛОГИЮ	4
1.1. Предмет физиологии и ее задачи	4
1.2. Связь физиологии с другими науками	4
1.3. Методы физиологического исследования.	5
1.4. Краткий исторический очерк развития физиологической науки	6
1.5. Функциональная система	12
1.6. Основные принципы павловской физиологии	14
Глава 2. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИВОГО ОРГАНИЗМА	16
2.1. Биологическая характеристика живого организма.	16
2.2. Основные физиологические понятия	17
2.3. Понятие о внутренней среде организма.	18
2.4. Нейро-гуморальная регуляция функций организма.	19
2.5. Краткая характеристика рефлекторной активности организма.	21
Глава 3. Раздел: «Возбудимые ткани»	25
3.1. Нервно-мышечная система понятие о возбудимых тканях. Возбуждение. Возбудимость	26
3.2. Учение Н.Е.Введенского о функциональной подвижности (лабильности)	34
3.3. Физиологические свойства нервных волокон. Мякотные и безмякотные нервные волокна	34
3.4. Понятие о синапсах. Виды синапсов и их строение	40
3.5. Основные физиологические свойства синапсов	41
3.6. Учение н. Е. Введенского о парабозе	42
3.7. Понятие о двигательном аппарате	44
Глава 4. Раздел: «Центральная нервная система»	50
4.1. Структура центральной нервной системы и общие принципы ее функционирования	50
4.2. Торможение в центральной нервной системе	56
4.3. Принципы координации в деятельности центральной нервной системы	57
4.4. Частная физиология центральной нервной системы	61
4.5. Кора большого мозга	76
4.6. Вегетативная нервная система	86
Глава 5. Раздел: «КРОВЬ»	93
5.1. Система крови. Кровь как внутренняя среда организма	93
5.2. Группы крови	111
5.3. Кровотворение и его регуляция	114

Глава 6. Раздел: «Лимфа и лимфообращение»	116
6.1. Состав и свойства лимфы	116
6.2. Образование лимфы	118
6.3. Движение лимфы.	119
6.4. Лимфатические узлы.	119
6.5. Физиология терморегуляции	120
Глава 7. Раздел: «Теплообмен»	122
7.1. Теплообмен	122
7.2. Температура тела человека	123
7.3. Теплопродукция и теплоотдача, их компенсаторные изменения	124
7.4. Химическая терморегуляция.	124
7.5. Физическая терморегуляция.	127
7.6. Центры регуляции теплообмена	129
7.7. Возрастные особенности терморегуляции	130
7.8. Регуляция обмена веществ и энергии	133
Глава 8. Раздел: «Выделение»	133
8.1. Выделительной системы	133
8.2. Физиология почек	136
8.3. Механизмы мочеобразования	141
8.4. Регуляция деятельности почек	143
8.5. Количество, состав и свойства мочи	144
8.6. Выделение мочи	145
8.7. Кожа и ее выделительная функция	148
Глава 9. Раздел: «Эндокринология»	148
9.1. Общая характеристика желез внутренней секреции	148
9.2. Гипофиз	151
9.3. Надпочечники	153
9.4. Половые железы	160
9.5. Поджелудочная железа	161
9.6. Вилочковая железа (Тимус)	167
9.7. Паращитовидные железы	169
9.8. Щитовидная железа	171
Глава 10. Раздел: «Анализаторы»	174
10.1. Анализаторы	177
10.2. Внешние анализаторы	177
10.3. Внутренние анализаторы	180
Глава 11. Раздел: «Пищеварение»	180
11.1. Система пищеварения: сущность и значение пищеварения	180
11.2. Пищеварение в ротовой полости	181
11.3. Пищеварение в желудке	209
11.4. Функции желудка	210
11.5. Методы изучения секреции желудочных желез	222
11.6. Регуляция секреции поджелудочной железы	222
11.7. Методы изучения желчеобразовательной и желчевыделительной функции печени	228
11.8. Регуляция деятельности желез кишечника	233
11.9. Физиологическая сущность всасывания	241
Глава 12. Раздел: «Гемодинамика»	250
12.1. Кровеносные сосуды	250
12.2. Давление крови в различных отделах сосудистого русла	253
12.3. Физиология микроциркуляции	259
12.4. Иннервация кровеносных сосудов	263
12.5. Сосудодвигательный центр, его локализация и значение	265
12.6. Кровяное депо	270
12.7. Деятельность сердечно-сосудистой системы при физической нагрузке	273

Глава 6. Раздел: «Лимфа и лимфообращение»	116
6.1. Состав и свойства лимфы	116
6.2. Образование лимфы	118
6.3. Движение лимфы.	119
6.4. Лимфатические узлы.	119
6.5. Физиология терморегуляции	120
Глава 7. Раздел: «Теплообмен»	122
7.1. Теплообмен	122
7.2. Температура тела человека	123
7.3. Теплопродукция и теплоотдача, их компенсаторные изменения	124
7.4. Химическая терморегуляция.	124
7.5. Физическая терморегуляция.	127
7.6. Центры регуляции теплообмена	129
7.7. Возрастные особенности терморегуляции	130
7.8. Регуляция обмена веществ и энергии	133
Глава 8. Раздел: «Выделение»	133
8.1. Выделительной системы	133
8.2. Физиология почек	136
8.3. Механизмы мочеобразования	141
8.4. Регуляция деятельности почек	143
8.5. Количество, состав и свойства мочи	144
8.6. Выделение мочи	145
8.7. Кожа и ее выделительная функция	148
Глава 9. Раздел: «Эндокринология»	148
9.1. Общая характеристика желез внутренней секреции	148
9.2. Гипофиз	151
9.3. Надпочечники	153
9.4. Половые железы	160
9.5. Поджелудочная железа	161
9.6. Вилочковая железа (Тимус)	167
9.7. Паращитовидные железы	169
9.8. Щитовидная железа	171
Глава 10. Раздел: «Анализаторы»	174
10.1. Анализаторы	177
10.2. Внешние анализаторы	177
10.3. Внутренние анализаторы	180
Глава 11. Раздел: «Пищеварение»	180
11.1. Система пищеварения: сущность и значение пищеварения	180
11.2. Пищеварение в ротовой полости	181

Э.Н.Нуритдинов, Ж. Эшназаров

Физиология и спортивная физиология (учебник)

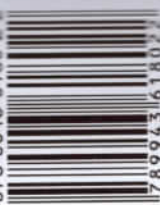
Редактор: Б.Эгамбердиев
Корректор: Н.Мухтарова
Технический редактор: Н.Исроилов

Формат 84х60 1/16. Заказ № 279.
Гарнитура Times. Печать офсетная.
условно-печатные л. 17,5. Тираж 30 экз.

ISBN-978-9943-6180-2-2

Отпечатано в редакционно-издательском отделе
Самаркандского государственного университета
г.Самарканд, ул. Университетская, 15.

978-9943-6180-2-2



9 789943 618022