

**Украинская медицинская стоматологическая академия
Кафедра нормальной физиологии**

**И.В.Мищенко, В.П.Мищенко,
О.В.Коковская**

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

(краткое учебное пособие для подготовки к практическим занятиям)

Для студентов иностранного факультета

ПОЛТАВА - 2007

Предисловие

В настоящее время имеется очень много различных учебников и учебных пособий по физиологии на разных языках. Однако, с нашей точки зрения, все они имеют один общий недостаток – содержат огромный объем (иногда, вмещающийся в 2-4 тома) информации, за которой нередко «не видно» самой физиологии. В ней очень много внимания иногда уделено вопросам анатомии, химии, биохимии, патофизиологии и даже патологии. Совершенно понятно, что эти знания необходимы для освоения физиологии, но часто такой объем информации трудно «переварить» студентам-иностранцам. Им трудно не только ее всю прочитать (что занимает очень много времени), но и выделить в ней главное и второстепенное.

Все это заставило нас взяться за перо и написать кратчайший курс физиологии применительно к новому учебному плану и модульной форме обучения студентов с элементами профилизации к будущей специальности.

Мы прекрасно понимаем и даем себе отчет в том, что это наше пособие не может заменить учебники и учебные пособия (мы и не претендуем на это), оно лишь позволит более четко сформулировать основные положения предмета к каждому лабораторному занятию.

Усвоение материала в объеме данного учебного пособия является минимумом, необходимым для получения удовлетворительной оценки на каждом занятии и экзамене.

Авторы

МОДУЛЬ 1.

ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ.

ТЕМА: Методы изучения физиологических свойств возбудимых тканей. Законы раздражения.

К **возбудимым тканям** относят мышечную, нервную и железистую ткани. Все эти ткани обладают общими для них свойствами. Их можно изучить лишь при действии определенных факторов, которые называются *раздражителями*.

Существующие в природе раздражители могут быть классифицированы на следующие группы: **по природе** (*физические* – тепло, холод, звук, свет и другие; *химические* – кислоты, щелочи и другие; *биологические* – гормоны, витамины и другие; *социальные* – слово); **по характеру действия** (*контактные* – действуют при контакте с тканью и *дистантные* – действуют на расстоянии); **по физиологическому механизму действия** (*адекватные* – специфические по отношению к данной функции и *неадекватные* – неспецифические); **по силе** (*пороговые* – минимальной силы раздражители, вызывающие ответную реакцию, *над- и подпороговые*).

Эволюционно древняя форма реагирования тканей – это **раздражимость**. Под раздражимостью мы понимаем *способность* тканей к изменению обмена веществ под действием раздражителя. Это значит, что под влиянием раздражителя ткань отвечает той или иной формой деятельности, например, усилением роста, ускорением деления клеток, изменением электрической активности.

В процессе эволюции произошла постепенная дифференцировка тканей, участвующих в приспособительной деятельности организма. Раздражимость в этих тканях достигла наивысшего выражения и получила название **возбудимость**. Это *способность* ткани специализированно, целенаправленно и с максимальной скоростью отвечать на раздражение. Этот ответ называют **возбуждением**. Это сложный биологический процесс, характеризующийся изменением процессов обмена, теплообразования и другими проявлениями. Примером возбуждения мышцы является ее сокращение, нервного волокна – проведение волны возбуждения (нервного импульса), железы – выделение секрета. *Мерой возбудимости является порог возбудимости*. Чем больше порог, тем меньше возбудимость и наоборот.

В физиологии определяют еще одно свойство возбудимых тканей – **лабильность**. Это функциональная подвижность тканей. Ее показателем является максимальное число потенциалов действия, которое возбудимая ткань способна генерировать в 1 секунду в соответствии с ритмом подаваемого раздражения. Нормальная величина лабильности для нервной ткани составляет 500-1000 имп/с, для скелетных мышц – 150-200 имп/с.

Возбудимые ткани, клетки, органы входят в состав практически всех систем организма.

Изучение возбудимости нервов и мышц широко используется в *стоматологической практике*. С этой целью могут быть использованы температура (тепло или холод), механические (перкуссия) раздражители, электрический ток. Например, исследование электровозбудимости зуба – *электроодонтодиагностика*.

Между характером раздражения и ответной реакцией живой ткани существуют тесные взаимоотношения, которые находят выражение в **законах раздражения**.

Закон силы раздражения - чем больше сила раздражения, тем сильнее ответная реакция (до известных пределов). Дальнейшее увеличение силы раздражителя уже не ведет за собой увеличения ответной реакции, а может вызвать обратную реакцию, вплоть до ее исчезновения. Объясняется это тем, что каждая функциональная единица тканей (например, мышечной) имеет свой порог возбуждения. Поэтому когда действует пороговой величины раздражитель, то в ответ вовлекаются только те волокна, для которых этот раздражитель именно такой величины, а остальные на него не реагируют. При увеличении силы раздражителя вовлекаются новые волокна, для которых данный раздражитель есть пороговый и т.д. В дальнейшем, когда сила раздражителя превысит возможности всех волокон данной ткани, ее ответная реакция на увеличение силы не изменится (исчерпаны ресурсы). Такие раздражители, которые вызывают максимальную ответную реакцию, называют **максимальными** или **оптимальными**. При еще большем увеличении силы раздражителя ответная реакция даже уменьшится, так как при такой силе раздражителя отдельные функциональные волокна возбудимых тканей могут даже повреждаться. В результате ответная реакция уменьшится и это явление в физиологии называют **пессимумом**, а раздражители его вызывающие – **пессимальными**.

Закону «все или ничего» подчиняется сердечная мышца, а также изолированное (отдельное) мышечное и изолированное нервное волокно. Согласно этому закону, подпороговые раздражители не вызывают ответной реакции («ничего»), а пороговые и надпороговые вызывают ответную реакцию одной и той же максимальной величины («все»). По такому закону работает функциональная единица любой возбудимой ткани. «Все» и «ничего» относительно понятия, так как при действии подпорогового раздражителя возникает локальный ответ, а это уже нельзя трактовать как «ничего».

Закон силы – времени – с увеличением силы раздражителя требуется меньше времени его воздействия на ткань для получения ответной реакции. Отношения между длительностью и силой могут быть выражены гиперболической кривой, обе ветви которой идут на каком-то этапе параллельно осям координат. Это последнее обстоятельство служит основанием того, что раздражители очень малой величины (меньше пороговой) вызвать ответной

реакции не могут. Пороговый же силы раздражитель вызывает ответную реакцию через какое-то время (это минимальное время называют полезным временем). Каждая возбудимая ткань имеет свое полезное время. Однако в реальных условиях полезное время ткани определить очень трудно и принято определять хронаксию (минимальное время, необходимое для получения ответной реакции при условии, если на ткань будет действовать раздражитель в 2 порога). Хронасиметрия позволяет оценить возбудимость ткани. Чем меньше хронаксия, тем больше возбудимость (хронаксия мышц конечностей – 0,1-0,7 с.).

В стоматологической практике можно использовать хронасиметрию при невритах и невралгиях тройничного и лицевого нерва, при миозитах мимической и жевательной мускулатуры.

ТЕМА: Мембранные потенциалы. Потенциал покоя и потенциал действия.

Электрические явления (токи или потенциалы), которые возникают в клетках, тканях и органах организма называют биопотенциалами.

Биопотенциалы возникают вследствие того, что между наружной и внутренней стороной мембраны клетки, находящейся в состоянии покоя, имеется разность потенциалов. Потенциал, который регистрируется в таком состоянии клетки, называют потенциалом покоя (или мембранным). Он обусловлен тем, что между внутриклеточной и внеклеточной средой существует разность концентрации ионов калия, кальция, натрия, хлора и других. Так, концентрация ионов калия в клетке, во много раз (в 20-40 раз) превосходит их содержание во внеклеточной среде. Концентрация ионов натрия, наоборот, в 10-20 раз ниже во внутриклеточной среде. Ионы хлора, также как и натрия, преимущественно сосредоточены снаружи мембраны клетки, где их в 15-20 раз больше. Такое их неравномерное распределение по ту и другую сторону мембраны обеспечивают ионные насосы. Ионные каналы, имеющиеся в мембране, могут быть открытыми и закрытыми, что зависит от состояния мембраны. Проницаемость ионов разная. Если проницаемость ионов калия принять за 1, то для хлора она составляет – 0,45, а натрия - 0,04. В результате между внутренней средой клетки и наружной ее поверхность создается разность потенциалов, которая для разных тканей равна от -50 до -100 мВ.

При действии раздражителя происходит изменение состояния мембраны, в ней открываются ионные каналы, сквозь которые в клетку могут поступать положительно заряженные ионы, имеющиеся за ее пределами в избытке. Первоначально ионному току в клетку способствует также трансмембранная разность потенциалов. Такой процесс называется деполяризацией, так как приводит к снижению этой разницы потенциалов. Если раздражитель относительно слабый (подпороговый), ионных каналов открывается немного, поэтому ионный ток незначителен, деполяризация происходит медленно. Такие изменения называют локальной деполяризацией или локальным потенциалом.

Если же действует раздражитель пороговой величины, то деполяризация достигает **критического (порогового)** уровня. Деполяризация резко ускоряется и происходит даже **реверсия** (изменение знака потенциала). Далее, находящиеся внутри клетки в избытке ионы калия устремляются наружу, приводя к восстановлению мембранного потенциала. Сначала это происходит относительно быстро (**быстрая реполяризация**), а потом медленно – **медленная реполяризация**. Далее выход ионов калия может продолжаться и вызывать **гиперполяризацию** (увеличение мембранного потенциала). В это время усиливается работа калиево-натриевого насоса, приводящего к восстановлению исходной разницы потенциалов (**поляризации**). Весь этот процесс от начала и до конца именуется как **потенциал действия**.

В клинике используют отведения потенциалов с поверхности тела. Полученные записи отведений соответственно называют – *электрокардиограммой* (ЭКГ), *электроэнцефалограммой* (ЭЭГ), *электромиограммой* (ЭМГ) и другие.

В *стоматологической практике* изучают электрические свойства твердых тканей зуба, слизистой оболочки полости рта, жевательных мышц. Электромиограмму жевательных мышц используют в хирургической и ортопедической стоматологии, ортодонтии, стоматоневрологии при травмах, воспалительных процессах, аномалиях прикуса, дистрофиях и гипертрофиях жевательных мышц и других заболеваниях.

ТЕМА: Электромиография

Электромиография – регистрация электрических потенциалов скелетных мышц. Ее используют как метод исследования нормальной и нарушенной функции двигательного аппарата человека и животных. Электромиография включает методики по изучению электрической активности мышц в состоянии покоя, при произвольных, непроизвольных и вызванных искусственными раздражениями сокращениях.

С помощью электромиографии изучают функциональное состояние и функциональные особенности мышечных волокон, двигательных единиц, нервно-мышечной передачи, нервных стволов, сегментарного аппарата спинного мозга, изучают координацию движений, выработку двигательного навыка при различных видах работы и спортивных упражнениях, при утомлении.

Электромиограмма (ЭМГ) – кривая, получаемая на бумаге при регистрации электрических потенциалов скелетных мышц. На ней определяют форму, длительность и амплитуду потенциала.

При слабом сокращении мышц регистрируются или потенциалы отдельной двигательной единицы или потенциал многих двигательных единиц. При среднем по силе и сильном сокращениях регистрируется интерференционная ЭМГ, в которой практически невозможно выделить потенциалы отдельных двигательных единиц.

У здоровых людей в хорошо расслабленных мышцах или не выявляется никаких колебаний потенциала, или выявляются низкоамплитудные колебания. При слабом сокращении регистрируются более редкие и неравномерные по амплитуде колебания потенциала, при сильном сокращении возрастают частота и амплитуда колебаний. Частота колебаний может быть разной в различных мышцах, а также в одних и тех же группах мышц у различных испытуемых. В среднем частота колебаний составляет 100 Гц. Амплитуда колебаний зависит от многих условий – развития мышц, их состояния, выраженности подожного жирового слоя. В норме при максимальном по силе сокращении амплитуда может достигать 300-1200 мкВ.

В *стоматологической практике* регистрируют интерференциальную (через кожу), локальную (от отдельной двигательной единицы) и стимуляционную ЭМГ. Анализируя ЭМГ изучают амплитуду, частоту и продолжительность электрической активности. Например, в норме потенциалы действия двигательных единиц жевательных мышц имеют продолжительность 9-10 мс, мимических – 5-7 мс. Амплитуда потенциалов не превышает 300 мкВ.

В норме наблюдается симметричная активность мышц и четкая смена фаз биоэлектрической активности мышц и периодов покоя. А при утрате, например, зубов с одной стороны, биоэлектрическая активность жевательных мышц на этой стороне резко падает. При значительной потере зубов возникает ослабление биотоков жевательных мышц.

ТЕМА: Физиологические свойства скелетных мышц.

Скелетные мышцы обладают возбудимостью, проводимостью, лабильностью, сократимостью, эластичностью.

В зависимости от частоты раздражителя могут быть одиночные и тетанические сокращения мышц. При раздражении мышцы одиночным стимулом возникает **одиночное мышечное сокращение**. В нем различают **латентный период** (от начала раздражения до начала ответной реакции), **период укорочения** (собственно сокращение) и **период расслабления**. Длительность одиночного сокращения от нескольких сотых секунды до 0,1-0,2 сек. Это значит, что одиночные сокращения мышцы будут при частоте импульсов менее 10 Гц. В таком режиме мышца способна работать длительное время без утомления. Однако развиваемое мышечное напряжение не достигает максимально возможных величин.

В ответ на более частое ритмическое раздражение (а именно такое получают наши мышцы) мышца длительно сокращается. Такое сокращение получило название **тетаническое**. Если каждый последующий импульс подходит к мышце в период, когда она начала расслабляться, возникает **зубчатый тетанус**. Если интервал между раздражениями уменьшается так, что каждый последующий

импульс приходит к мышце, в тот момент, когда она находится в фазе сокращения, возникает **гладкий тетанус**.

Механизм образования тетануса объясняется суперпозицией и изменением возбудимости в процессе возбуждения. Раздражители, вызывающие тетанус, застают мышцу в фазу медленной деполяризации. Начало же быстрой деполяризации приводит к тому, что ткань теряет способность реагировать на раздражение. Эта фаза называется **абсолютной рефрактерностью** (невозбудимостью). Во время реполяризации возбудимость восстанавливается. Этот период называется **относительной рефрактерностью**. Возбудимость в этот момент ниже исходной величины, во время же следовой реполяризации она возрастает и становится выше исходной. Эта фаза называется **экзальтацией** (повышенной возбудимости). Именно в этот момент и действуют раздражители, вызывающие тетанус.

В зависимости от нагрузки различают следующие типы мышечного сокращения:

- **изотонический** – это сокращение мышцы, при котором ее волокна укорачиваются при постоянной внешней нагрузке;
- **изометрический** - это тип активации мышцы, при котором она развивает напряжение без изменения длины (лежит в основе **статической работы**);
- **ауксотонический** – это режим, в котором мышцы развивают напряжение и укорачиваются (лежит в основе **динамической работы**).

Сила мышц – это наибольшая величина груза, который она может поднять.

Абсолютная сила мышц – это максимальный груз, который мышца поднимает на 1 см поперечного физиологического сечения.

Относительная сила мышц – это способность мышцы к подъему груза на единицу анатомического сечения мышцы.

КПД (коэффициент полезного действия) всех мышц человека равен 15-25%, у тренированных он выше – до 35%.

Закон средних нагрузок – мышца длительно и эффективно работает при средних нагрузках (оптимальном режиме сокращения).

Рабочая гипертрофия – увеличение массы мускулатуры при длительных физических нагрузках (при гиподинамии наступает атрофия мышц).

Усталость – субъективное состояние, когда к нему присоединяются объективные признаки (падение силы, выносливости, скорости движений) и развивается **утомление**.

В *стоматологической практике* определяют силу жевательных мышц. Сумма поперечного сечения жевательных мышц, поднимающих нижнюю челюсть на одной стороне лица равна 19,5 см², а на обеих сторонах – 39 см². Следовательно, абсолютная сила жевательных мышц равна – 390 кг. При развитии утомления жевательных мышц может наступить их замедленное расслабление – **контрактура жевательных мышц**.

ТЕМА: Сравнительная характеристика физиологических свойств скелетных и гладких мышц.

Скелетные мышцы	Гладкие мышцы
Входят в состав опорно-двигательного аппарата	Входят в состав оболочек внутренних органов и сосудов
Не обладают пластичностью	Обладают пластичностью (способностью расслабляться в растянутом состоянии)
Имеют быструю кратковременную деполяризацию и короткий период абсолютной рефрактерности	Имеют медленную деполяризацию и длительный период абсолютной рефрактерности
Не обладают способностью к дифференцировке и делению	Обладают способностью к дифференцировке, делению и регенерации при повреждении
Иннервируются соматической нервной системой	Иннервируется вегетативной нервной системой, а также имеют автономный аппарат иннервации
Сокращаются под влиянием импульсов, передаваемых по двигательным нервам от мотонейронов спинного мозга (отсутствие автоматизма)	Сокращаются под влиянием импульсов, возникающих в самих мышцах (наличие автоматизма), а также импульсов, передаваемых по вегетативным нервам
Способны к быстрым физическим сокращениям	Способны к длительным тоническим сокращениям
Осуществляют произвольные мышечные движения, сопровождаемые значительными энергетическими затратами	Осуществляют непроизвольные мышечные движения, сопровождаемые незначительными энергетическими затратами (в 100-1000 раз меньше, чем у скелетных)
Обладают слабо выраженной чувствительностью к химическим веществам	Обладают высокой чувствительностью к химическим, фармакологическим и экзогенным биологически активным веществам
В незначительной степени управляемы лекарственными средствами	В значительной степени управляются лекарственными средствами
Потенциал покоя -85 мВ	От -50 до -70 мВ в пейсмекерных клетках
Длительность потенциала действия 1-5 мс	От 20-25 мс до 1сек
Длительность одиночного сокращения От нескольких сотых сек. до 0,1-0,2 сек	От нескольких секунд до нескольких минут
Скорость проведения возбуждения 3-5 м/с	0,05 – 0,10 м/с (5-10 см/с)

ТЕМА: Рефлекторная дуга. Рецепторы.

Анатомический субстрат осуществления рефлекса называется **рефлекторной дугой**. Структурно-функциональными элементами этой дуги являются: **рецепторы** – специализированные образования, трансформирующие энергию раздражения в нервный импульс; **афферентные нейроны** – несущие информацию от рецепторов к нервным центрам; **нервные центры** – совокупность

нейронов, расположенных на различных этапах нервной системы; **эфферентные нейроны** – несущие информацию от нервных центров к рабочим органам; **эффекторы** – ткани или органы; **обратная связь** – от рабочего органа назад по каналам обратной связи в нервную систему.

Рецепторы – это специализированные образования, предназначенные для восприятия раздражителей и трансформации их в нервный импульс. Различают два типа рецепторов.

Сенсорные – обеспечивающие восприятия различных раздражителей внешней или внутренней среды.

Клеточные химические рецепторы – обеспечивающие восприятие информации, переносимой молекулами химических веществ – медиаторов, гормонов, антигенов и других.

Сенсорные рецепторы в зависимости от их организации принято делить на: **первичночувствительные** – представляют собой нервные окончания афферентных проводников чувствительных нейронов, расположенные в коже, слизистых оболочках, в кровеносных сосудах и других; **вторичночувствительные** – это специализированные клетки, как правило, входящие в органы чувств (зрения, слуха, вкуса).

Все виды рецепторов в зависимости от источника воспринимаемой информации делят на: **интерорецепторы** – это рецепторы, которые воспринимают сигналы о раздражениях внутренней среды и расположены во внутренних органах (прессорецепторы, хеморецепторы, терморецепторы, болевые рецепторы), особую группу среди них составляют *проприорецепторы* (собственные рецепторы опорно-двигательного аппарата) и *тканевые рецепторы* – локализованные в интерстициальном пространстве и клеточной среде; **экстерорецепторы** – воспринимают раздражения внешних сигналов и расположены в коже и видимых слизистых (*контактные* – тактильные, терморецепторы, вкусовые, болевые; *дистантные* – фото-, фоно-, обонятельные).

Общим назначением всех сенсорных рецепторов является способность преобразовывать раздражение в биопотенциал. Под влиянием раздражителя на рецепторную клетку увеличивается ее проницаемость к ионам натрия. В результате возникает **локальный или рецепторный потенциал** (способствует выделению медиатора). Медиатор действует на нервное окончание и по такому же механизму вызывает появление в нем **генераторного потенциала**. В последующем, вследствие разницы зарядов в окончании нервного волокна и на его протяжении между этими участками возникает потенциал действия (нервный импульс), распространяемый по нервному волокну.

Рецепторы обладают следующими свойствами: **высокой возбудимостью** (неодинаковой у однородной группы рецепторов в пределах рецептивного поля - скопления рецепторов), **адекватностью** (высокой чувствительностью к специфическим раздражителям, например, свет – рецепторы глаз), **адаптацией** (приспособлением к действующему раздражителю), **фоновой активностью**.

В полости рта имеются многочисленные экстерорецепторы (вкусовые, холодовые, тепловые, тактильные, болевые) и проприорецепторы.

ТЕМА: Проведение возбуждения по нервным волокнам.

Механизм возникновения нервного импульса и его распространения по нервному волокну зависит от его строения. Процесс возбуждения в **миелинизированных** нервных волокнах осуществляется *скачкообразно*, перепрыгивая через участки волокна, покрытые миелиновой оболочкой (такое проведение называется **сальтаторным**). В **безмякотных** нервных волокнах возбуждение распространяется вдоль всей мембраны, от одного участка к другому, что замедляет скорость проведения по нервному волокну. Также скорость распространения импульса зависит от диаметра нервного волокна (чем больше диаметр, тем быстрее).

По скорости проведения возбуждения различают три типа нервных волокон: «А» – покрытые миелиновой оболочкой – скорость в них до 120 м/с (двигательные волокна скелетных мышц); «В» - миелинизированные частично – скорость до 18 м/с (преганглионарные волокна вегетативной нервной системы); «С» – безмякотные – скорость до 3 м/с (постганглионарные волокна вегетативной нервной системы).

Проведение нервного импульса по нервному волокну подчиняется соответствующим законам:

закон физиологической целостности – функционирует только в условиях анатомической и физиологической целостности (влияние на нервное волокно наркотических веществ, охлаждение, перевязка);

закон двустороннего проведения – при раздражении нервного волокна возбуждение распространяется по нему и в том и другом направлении (в условиях целостной рефлекторной дуги волна возбуждения движется в одном направлении);

закон изолированного проведения – нервный импульс не переходит с одного на другой нейрон.

Нервное волокно **относительно неутомляемое** – в связи с малыми затратами энергии для проведения нервного импульса и работой с большой нагрузкой (может проводить до 2000 имп/с, а проводит 50-70 имп/с.).

В **стоматологии** используется одна из закономерностей проведения волны возбуждения по нервному волокну для осуществления местной анестезии с целью обезболивания (проводниковое).

ТЕМА: Проведение возбуждения через синапсы.

Передача возбуждения с нервного волокна на другие нервные волокна, нейроны и мышцы осуществляется через **синапсы**.

Синапсы бывают электрическими и химическими, возбуждающими и тормозными. Наиболее часто импульсы проводятся через химические синапсы.

Механизм передачи возбуждения заключается в следующем:

- деполяризация пресинаптической мембраны
- вход ионов кальция в неё из синаптической щели
- выход медиатора в синаптическую щель
- взаимодействие медиатора со своими рецепторами постсинаптической мембраны
- открытие Na-каналов и деполяризация постсинаптической мембраны (если синапс и медиатор возбуждающий) или открытие K-каналов и гиперполяризация постсинаптической мембраны (если синапс и медиатор тормозной).

Свойства синапсов:

1. Относительная медиаторная специфичность – в каждом синапсе есть доминирующий медиатор.
2. Одностороннее проведение импульса (в нервах – двустороннее проведение).
3. Утомляемость (усталость) синапсов из-за расхода медиатора, который не успевает восстановиться
4. Замедление проведения возбуждения в синапсах (время проведения импульса через синапс 2-3 мс).
5. Трансформация ритма возбуждения
6. Суммация возбуждающих и тормозных потенциалов.
7. Высокая чувствительность к химическим (в том числе фармакологическим) веществам.

ТЕМА: Процессы возбуждения и торможения в центральной нервной системе.

Процесс возбуждения в центральной нервной системе передается от одного нейрона к другому через специальное межнейронное соединение – **синапс**. Основной способ передачи информации в синапсе – *химический* (через медиатор). Медиатор выделяется в синаптическую щель под влиянием импульса, прошедшего по нервному волокну. В качестве медиатора в химических синапсах, проводимых возбуждение, выступают следующие вещества – *ацетилхолин, адреналин, норадреналин, дофамин, серотонин и другие*.

Под влиянием нервного импульса, выделяемый медиатор вступает в контакт со специальными рецепторами на постсинаптической мембране. В результате чего увеличивается проницаемость этой мембраны по отношению к ионам натрия и наступает частичная ее деполяризация, получившая название **возбуждающий постсинаптический потенциал (ВПСП)**. При многократном поступлении медиатора ВПСП суммируется (*последовательная или временная суммация*). При

его суммации в пространстве (в различных синапсах на данном нейроне) возникает *пространственная суммация*.

Все эти особенности синаптической передачи лежат в основе работы нервных центров. **Нервный центр** – совокупность нейронов, расположенных на различных этапах центральной нервной системы и осуществляющих определенную функцию.

Тормозной синапс имеет сходное строение с возбуждающим, но в качестве медиатора в нем выступают другие вещества (например, гамма-аминомасляная кислота, глицин). Они увеличивают проницаемость постсинаптической мембраны по отношению к ионам хлора и калия. В результате этого мембранный потенциал в постсинаптической мембране увеличивается – **тормозной постсинаптический потенциал (ТПСП)**. Он препятствует проведению волны возбуждения. Такой механизм торможения в нервной системе называют **постсинаптическим торможением**. Видами постсинаптического торможения являются: возвратное, латеральное, реципрокное торможение.

Возвратное торможение – от мотонейрона, возбуждающего мышцу, отходит коллатераль к тормозной клетке Реншоу, которая образует синапс с этим же мотонейроном и тормозит его. Т.е. мотонейрон после возбуждения сам себя тормозит и чем больше возбуждение, тем сильнее торможение.

Латеральное торможение – от нейрона по аксону идет возбуждение к одним клеткам, а по коллатералям через тормозные клетки идет торможение других.

Реципрокное торможение – один нейрон возбуждая мотонейроны мышц-сгибателей одновременно тормозит через вставочные клетки Реншоу мотонейроны мышц-разгибателей.

Пресинаптическое торможение – это торможение пресинаптической мембраны возбуждающих синапсов осуществляется благодаря аксо-аксональным синапсам с проявлением в виде подавления деполяризации пресинаптической мембраны и освобождения возбуждающих медиаторов в синаптическую щель.

ТЕМА: Механизмы координации рефлекторной деятельности.

Вся рефлекторная деятельность носит координированный характер. Рефлексы тесно увязаны между собой в целостную реакцию нервной системы на раздражение. Различают следующие механизмы координации рефлекторной деятельности:

Иррадиация процесса возбуждения – это распространение. Чем сильнее раздражитель, тем больше рецепторов он вовлекает в ответную реакцию и, в конечном счете, центральных нейронов. Иррадиация может быть **элективной** – это значит строго направленной. В случае же беспрепятственного распространения импульса по нервной системе, иррадиация становится **диффузной** (имеет место при патологии).

Дивергенция – это контакт одного нейрона с множеством других нейронов более высоких порядков. В результате такого механизма происходит расширение сферы действия данного сигнала.

Конвергенция – механизм обратный дивергенции (это схождение многих нервных влияний в одном нейроне).

Окклюзия – это перекрытие сфер одного рефлекторного акта другим. Если одновременно поступают несколько афферентных влияний на одни и те же нейроны, то они начинают уменьшать конечный результат.

Взаимное облегчение рефлексов – наступает при перекрытии сфер одного рефлекторного акта другим, если действуют подпороговые раздражители нескольких афферентных влияний на одни и те же нейроны.

Доминанта – временное преобладание в работе одних нервных структур над другими (пищевая доминанта, половая и другие).

Принцип обратной афферентации – заключается в проведении информации от рабочего органа назад в структуры нервного центра, где она обрабатывается и в результате нервный центр осуществляет контроль эффективности, целесообразности и оптимальности рефлекторной деятельности.

Трансформация возбуждения – увеличение или уменьшение количества импульсов на выходе из нейрона по сравнению со входом в него.

Принцип единого конечного пути – информация от множества рецепторов, поступающая в ЦНС разными путями, заканчивается одной рефлекторной реакцией.

Все механизмы координации рефлекторной деятельности направлены на то, чтобы сделать ответ более быстро и целенаправленно.

В *стоматологической практике* мы можем наблюдать отдельные механизмы координации рефлекторной деятельности. Так, афферентация с рецепторных образований слизистой полости рта и зубов формирует восходящее влияние на различные отделы нервной системы и приводит к *генерализованному распространению возбуждения*. При заболеваниях зубов болевой синдром может создавать очаги *доминантного возбуждения* в соответствующих центрах. В этих условиях любые посторонние раздражители (прикосновение, яркий свет, резкий звук) усиливают боль.

Боли в зонах, расположенных на лице, могут возникать при заболеваниях зубов (пульпиты, периодонтиты). Такие зоны (или участки кожи и слизистых оболочек) соответствующие тому или иному органу, известны как зоны Захарьина-Геда.

ТЕМА: Роль спинного мозга в регуляции движений (спинномозговые рефлексы).

Все нейроны спинного мозга, имеющие отношение к регуляции движений подразделяются на: **альфа-мотонейроны** – имеют прямые связи от

чувствительных путей, идущих от экстрафузальных волокон мышц; **гамма-мотонейроны** – иннервируют интрафузальные мышечные волокна мышечного веретена; **интернейроны** – промежуточные нейроны, организуют связи между структурами спинного мозга, в обеспечении влияния восходящих и нисходящих путей на клетки отдельных сегментов спинного мозга.

Рефлекторная функция спинного мозга заключается в том, что он осуществляет регуляцию многих двигательных актов.

Сухожильные рефлексы – это многочисленные рефлексы, которые врач определяет с помощью короткого удара по сухожилию. Главное в определении этих рефлексов – это уровень их замыкания в сегментах спинного мозга. *Брюшные рефлексы* – *верхний* (уровень замыкания T₆-T₈), *средний* (T₉-T₁₀), *нижний* (T₁₁-T₁₂); *подошвенный* (L₅-S₂), *с двуглавой мышцы плеча* (C₅-C₆), *с трехглавой мышцы* (C₅-C₈), *коленный* (L₂-L₄), *ахиллов* (S₁-S₂).

Сгибательные рефлексы - направлены на избежание различных повреждающих воздействий. Они возникают при раздражении рецепторов кожи, мышц и внутренних органов. Например, раздражение болевых рецепторов (укол, шипок) приводит к сокращению мышц-сгибателей и отдергиванию руки (обеспечивает функцию защиты).

Ритмические рефлексы - чесательный (ритмические сокращения и расслабления, сгибания и разгибания).

Позные рефлексы – это большая группа рефлексов, направленных на поддержание определенной позы (стояние, лежание и другие).

В случаях травмы спинного мозга и его полного пересечения развивается состояние, получившее название **спинальный шок**. Причина такого состояния связана с выпадением влияний поступающих из вышележащих отделов нервной системы в спинной мозг. Это сопровождается глубоким параличом мускулатуры тела, иннервируемой сегментами спинного мозга, находящимися ниже места повреждения, позже они частично восстанавливаются. Восстановление произвольных движений зависит от степени поражения пирамидных путей.

Если рефлексы спинного мозга снижаются или утрачиваются, то это свидетельствует о нарушениях звеньев рефлекторной дуги. Если ответная реакция на раздражение повышается с заметной иррадиацией возбуждения и вовлечением в ответную реакцию других групп мышц, расширением рефлексогенной зоны, то это свидетельствует о наличии надсегментарного нарушения центральной нервной системы.

ТЕМА: Проводниковая функция спинного мозга (болевая, температурная, мышечно-суставная чувствительность).

Импульсы от рецепторов, воспринимающих информацию из внешнего мира и внутренней среды организма проходят через спинной мозг по **восходящим проводящим путям**.

Медиальный тонкий пучок Голля – образован отростками клеток спинальных ганглиев 19 нижних отделов спинного мозга несет информацию от проприорецепторов сухожилий и мышц, части тактильных рецепторов кожи нижних конечностей и нижних отделов туловища.

Латеральный клиновидный пучок Бурдаха – образован отростками клеток спинальных ганглиев 12 верхних сегментов спинного мозга. К ним информация поступает от аналогичных рецепторов верхних конечностей и верхних отделов туловища.

Волокна тонкого и клиновидного пучков проходят не прерываясь и не перекрещиваясь в спинном мозге к одноименным ядрам в продолговатом мозге. Этот тракт получил название *радику-бульбарного*, т.е. соединяющего задние корешки спинного мозга с ядрами продолговатого мозга.

Латеральный спиноталамический путь болевой и температурной чувствительности и вентральный спиноталамический путь тактильной чувствительности. Они начинаются от экстерорецепторов туловища, конечностей и шеи. Каждому сегменту спинного мозга соответствует свой участок кожи. По периферическим нервам импульсы достигают псевдоуниполярных клеток спинальных ганглиев. Оттуда по центральному отросткам импульсы передаются на клетки собственного ядра заднего рога спинного мозга. Аксоны клеток этого ядра переходят на противоположную сторону и группируются в два проводящих тракта. Один – *латеральный* – проводит *болевую и температурную чувствительность*, другой – *передний* – *тактильное чувство*. Волокна в этих трактах расположены эксцентрично: латерально находятся пути от нижних конечностей и нижних отделов туловища, медиально – от верхних.

Дорсальный спинно-мозжечковый тракт или пучок Флексига. Волокна этого тракта являются аксонами клеток, лежащих в задних рогах спинного мозга у их основания на той же стороне. Оканчивается этот путь на клетках коры червя мозжечка и несет импульсы от рецепторов мышц и связок конечностей, т.е. проводит *неосознанную глубокую чувствительность*.

Вентральный спинно-мозжечковый тракт или пучок Говерса – образован аксонами клеток, лежащих в медиальных промежуточных ядрах спинного мозга противоположной стороны. Эти волокна несут импульсы от мускулатуры туловища и доходят до червя мозжечка своей же стороны. Этот тракт также проводит *неосознанную глубокую чувствительность*.

ТЕМА: Физиология заднего мозга.

К заднему мозгу относят продолговатый мозг и мост. Все выполняемые ими функции можно подразделить на: *проводниковую, рефлекторную, управление спинным мозгом (надсегментарную), подчинение высшим отделам нервной системы, непосредственный контроль над жизненно важными функциями.*

Проводниковая функция – заключается в передаче информации через мост и продолговатый мозг. Особенностью проводящих путей продолговатого мозга является наличие *перекреста* некоторых путей. Пирамидный путь, например, частично перекрещивается в пирамидном перекресте. Другой особенностью этих путей является их *раздвоение*. Импульсы, идущие от рецепторов в соответствующие зоны представительства в коре головного мозга (тактильный, слуховой, вкусовой анализаторы) дойдя до продолговатого мозга и моста, идут далее двумя путями. Большая часть пути идет в обход ретикулярной формации и приносит импульсы в кору. Меньшая часть отводится и идет в ретикулярную формацию, внося в нее импульсы от рецепторов. Для импульсов, идущих от спинного мозга, а также блуждающего и языкоглоточного нервов, это раздвоение путей происходит на уровне продолговатого мозга.

Рефлекторная функция – это многочисленные рефлексы по исследованию черепно-мозговых нервов (роговичный или корнесальный, конъюнктивальный, нижнечелюстной – V пара, круговой мышцы глаза – VII пара, языкоглоточный – IX пара, добавочный – XI пара, подъязычный – XII пара); вегетативные рефлексы.

Надсегментарная функция – осуществление влияния со стороны моста и продолговатого мозга на деятельность спинного мозга. Влияние может быть стимулирующим и тормозным.

Нисходящее стимулирующее влияние – осуществляется за счет механизма пространственной или последовательной суммации импульсов, приходящих от продолговатого мозга и моста с собственными импульсами в спинном мозге.

Подчинение влиянию вышележащих отделов ЦНС – все функции продолговатого мозга и моста могут быть заторможены или стимулированы за счет нисходящих воздействий конечного мозга, промежуточного или среднего мозга.

Контроль жизненно важных функций – в этом отделе мозга находятся нервные центры сердечно-сосудистой регуляции, регуляции дыхания, центры рвотного, сосательного, глотательного, кашлевого рефлексов.

Целесообразно отметить наличие в продолговатом мозге нервных клеток обладающих автоматией – *пейсмекерных* клеток (например, в дыхательном нервном центре).

Врач-стоматолог должен помнить, что нарушение различных функций полости рта: афферентной, секреторной, моторной, всасывательной – может быть обусловлено местными факторами, заболеваниями периферических нервов, а также поражением центральных мозговых структур – продолговатого мозга и моста, где локализуются ядра тех нервов, которые осуществляют функционирование органов полости рта и лица (тройничный нерв, лицевой, языкоглоточный, подъязычный). Могут встретиться большие с нарушением афферентной функции полости рта (изменение тактильной, температурной и вкусовой чувствительности), моторной функции (жевательная и мимическая

мускулатура), секреторной (изменение деятельности слюнных желез. При всех этих видах патологии больные жалуются на потерю, обострение, понижение или извращение общей чувствительности (анестезии, гиперестезии), затруднение жевания и речи, гипо- и гиперсаливацию.

ТЕМА: Физиология среднего мозга.

Средний мозг представлен *красными ядрами, буграми четверохолмия, черной субстанции, ядрами глазодвигательных и блоковидных нервов.*

Красные ядра - регулируют тонус мускулатуры, посылая корригирующие импульсы к мотонейронам спинного мозга. При нарушении его функции и связи со спинным мозгом развивается реакция, описанная как *децеребрационная ригидность*. Она характеризуется тем, что напрягаются мышцы разгибатели конечностей, шеи и спины.

Верхние и нижние бугры четверохолмия - обеспечивают *ориентировочные рефлексы* на свет и звук (например, установка глаз и фиксация взгляда, аккомодация и адаптация зрительного анализатора).

Черная субстанция - регулирует точные движения (например, при письме), акт жевания и глотания.

Ядра блокового и глазодвигательного нервов - обеспечивают повороты глазного яблока во всех направлениях.

Особенностью рефлексов среднего мозга (вместе с продолговатым, мостом и спинным мозгом) является их отношение к организации поддержанию позы. Различают **статические и статокINETические рефлексы**.

Статические рефлексы - обеспечивают сохранение равновесия и положение тела в пространстве при спокойном стоянии, лежании, сидении в различных позах. Берут начало эти рефлексы от рецепторов (вестибулярных) преддверья, в частности, от оттолитового аппарата. Далее они переключаются в верхнее вестибулярное ядро, а потом переработанная информация посылается к латеральному и медиальному вестибулярным ядрам продолговатого мозга. В этих ядрах определяется, какие мышечные системы, какие сегменты спинного мозга должны принять участие в изменении позы. Поэтому от нейронов медиального и латерального ядра по вестибулоspинальному пути сигнал поступает к передним рогам соответствующих сегментов спинного мозга, иннервирующих мышцы.

СтатокINETические рефлексы - обеспечивают перераспределение мышечного тонуса для организации соответствующей позы при движении, прямолинейном (перемещении тела в пространстве при движении в лифте, транспорте, при прыжках и беге - они возникают с рецепторов мешочка и маточки перепончатого лабиринта, в них принимают участие вестибулярные ядра, ядра мозжечка и другие элементы экстрапирамидной системы) или вращательном (рефлексы поворота головы и глаз - если тело совершает вращение по часовой стрелке, то голова вращается против и глаза, по возможности максимально долго

удерживают видимую точку объекта; подобные рефлексы носят компенсаторный характер и направлены на то, чтобы максимально долго удерживать взгляд на определенном зрительном образе – вестибулярный нистагм).

Врач-стоматолог может обнаружить нарушение функции среднего мозга в изменениях функции жевательной и мимической мускулатуры. В частности, так как черная субстанция отвечает за координацию движений, связанных с приемом пищи, то могут встречаться больные с нарушением моторной функции полости рта.

ТЕМА: Физиология мозжечка, промежуточного мозга и подкорковых ядер и их роль в регуляции движения.

Мозжечок - посылает эфферентные сигналы в спинной мозг и регулирует силу мышечных сокращений, обеспечивает способности длительного тонического сокращения мышцы, сохраняя оптимальный тонус в покое и при движении, соразмерять произвольные движения с целью быстрого перехода от сгибания к разгибанию и наоборот. Он обеспечивает синергию сокращений разных мышц при сложных движениях, например, при ходьбе. В тех случаях, когда мозжечок не выполняет своей регуляторной функции, у человека наблюдаются расстройства двигательных функций. Это выражается определенной симптоматикой.

Астения – снижение силы мышечного сокращения, быстрая утомляемость мышц; **астазия** – утрата способности к длительному сокращению мышц, что затрудняет стояние, сидение; **атаксия** – нарушение координации движений; **асинергия** – нарушение содружественных движений; **дистония** – произвольное повышение или понижение тонуса мышц; **тремор** – дрожание пальцев рук, кисти, головы в покое, он усиливается при движении; **дисметрия** – расстройство равномерности движений, они становятся или излишними или недостаточными; **дизартрия** – расстройство речевой моторики; **адиадохокinez** – невозможность выполнения нужного порядка, последовательности движений (например, неспособность быстро вращать ладони вниз - вверх).

В *стоматологической практике* можно встретить следующие проявления патологии мозжечка: **сиперкинезы** – микклонии (быстрые подергивания отдельных мышечных групп – глотательной мускулатуры, мягкого неба и стенок глотки); **нарушения речи** – скандированная речь (ударения расставляются не по смыслу, а разделены равномерными интервалами); при нарушениях кровообращения в мозжечке при закупорке артерий – **синдром Виллебранда-Захарченко** – расстройства чувствительности на лице, паралич мягкого неба и голосовой связки.

Промежуточный мозг – состоит из таламуса, гипоталамуса и эпиталамуса. К реакциям движения имеет отношение только таламус. Это структура, в которой происходит обработка и интеграция практически всех сигналов, идущих в кору от нейронов спинного мозга, среднего мозга, мозжечка, базальных ганглиев. В нем много ядер (более 120), образующих комплексы (передние, задние, медиальные,

латеральные). Сложное строение таламуса, наличие здесь взаимосвязанных специфических и неспецифических и ассоциативных ядер, позволяет ему организовывать такие двигательные акты, как сосание, жевание, глотание, смех. Двигательные акты интегрируются в таламусе с вегетативными рефлексам, обеспечивающими эти движения.

При нарушениях функции промежуточного мозга (ядер ответственных за трофические функции) приводит к дистрофическим процессам: кровоизлияниям в различные органы, *эрозиям и язвам слизистой полости рта* и пищеварительного тракта.

Базальные ядра включают три парных образования: **неостратум** (хвостатое ядро и скорлупа) – принимает участие в регуляции тонуса мускулатуры (при их повреждении наблюдаются *гиперкинезы* – непроизвольные мимические реакции, тремор, подергивание конечностей; **палеостратум** (бледный шар) - провоцируют ориентировочную реакцию и движения конечностей, его разрушение приводит к гиподинамии, вызывает у людей маскообразность лица и тремор головы, конечностей (усиливается при движениях и исчезает в покое во сне), наблюдается *миоклония* - быстрые подергивания отдельных мышечных групп или отдельных мышц рук, спины, лица.

Ограда - связана с корой и большинством подкорковых образований, при ее повреждении больные не могут говорить, при ее стимуляции возникают ориентировочные реакции – поворот головы, жевательные, глотательные, иногда и рвотные движения.

ТЕМА: Структурно-функциональная организация автономной нервной системы.

Автономная нервная система - это комплекс центральных и периферических структур, которые регулируют необходимый для адекватной реакции организма функциональный уровень внутренней среды.

Она подразделяется анатомически и функционально на отделы:

Симпатический – центральная часть этого отдела начинается в спинном мозгу от ядер серого вещества I-II грудного до II-IV поясничного сегментов, периферическая – от пара- и превертебральных ганглиев. В ганглиях передача возбуждения осуществляется посредством медиатора *ацетилхолина*. На постсинаптической мембране ацетилхолин взаимодействует с **Н-холинорецептором** (никотинчувствительным), где впоследствии возникает нервный импульс по механизму аналогичному работе синапса. С постганглионарного волокна на эффектор волна возбуждения передается с помощью медиатора – **норадреналина**. Он взаимодействует со специфическими рецепторами (*адренорецепторами*). Они подразделяются на группы: *альфа-* и *бета*. Активация альфа-адренорецепторов приводит к сужению сосудов кожи, слизистых, почек, легких, мозга, скелетных мышц; вызывает сокращение гладких

мышц сфинктеров и цилиарную мышцу зрачка, вызывая его расширение. Активация бета-адренорецепторов вызывает расширение сосудов скелетных мышц, коронарных, легочных, головного мозга, органов брюшной полости.

Симпатический отдел автономной нервной системы вызывает *диффузное* возбуждение организма. Это система тревоги, защиты, мобилизации резервов, необходимых для взаимодействия организма с внешней средой. Это обязательное условие эмоционального состояния и напряжения, вплоть до стресса.

Парасимпатический отдел – представлен центральными ядрами, расположенными в среднем мозгу (ядро глазодвигательного нерва - III пара), в продолговатом мозгу (языкоглоточного – IX пара, блуждающего – X пара), в спинном мозгу – боковые рога трех сегментов крестцового отдела. Периферическая часть от ганглиев идет в органы. В ганглиях передача возбуждения осуществляется также как и в симпатическом отделе автономной нервной системы. В постганглионарных нервных волокнах она реализуется через синапсы с помощью ацетилхолин, который в висцеральных органах действует через *M-холинорецепторы (мускариновые)* и *H-холинорецепторы*. Физиологические эффекты зависят от того, на какие рецепторы действует ацетилхолин.

Парасимпатический эффект наступает быстрее симпатического (в этом отделе в основном преганглионарное неравное волокно группы «В», где скорость проведения больше), однако он быстро и проходит, так как медиатор ацетилхолин быстро разрушается. Поэтому действие этого отдела автономной нервной системы местное (там, где выделяется медиатор).

Метасимпатический отдел – это комплекс микроганглионарных образований, обеспечивающих собственную нервную регуляцию основных висцеральных органов, владеющих функциональной автоматией (кардиометасимпатический, энтеро-метасимпатический, уртрометасимпатический). Он обеспечивает передачу возбуждения от структур центральной нервной системы к эффекторным органам, осуществляет координацию регуляторных влияний (моторной активности гладких мышц, секреторной, экскреторной, всасывательной деятельности органов пищеварения, регуляцию локального кровотока). Ганглии этой системы расположены в стенке органов. В них входят парасимпатические и симпатические нервные волокна, через которые осуществляются центральные влияния. В ганглиях обработка информации осуществляется при участии ацетилхолина (через M- и H-холинорецепторы) и норадреналина (через альфа- и бета-адренорецепторы). Из постганглионарных нейронов на органы импульсы передаются с участием серотонина, норадреналина, ацетилхолина и других (киннинов, простагландинов, опиоидных пептидов, ренина, ангиотензина). Действие метасимпатического отдела автономной нервной системы носит локальный характер (висцеральный).

ТЕМА: Рефлексы автономной нервной системы.

Все рефлексы, связанные с автономной нервной системой подразделяются на:

Висцеро-висцеральные – начинаются и заканчиваются во внутренних органах (рецепторы, например, брюшины при их возбуждении посылают импульсы, которые изменяют работу сердца – рефлекс Гольца), они могут замыкаться по типу *аксон-рефлекса* (в пределах одного аксона) и их следует учитывать при объяснении терапевтических эффектов некоторых лечебных приемов (горчичники, банки, компрессы).

Висцеро-соматические (висцеро-моторные) и висцеро-сенсорные (висцеро-дермальные) – включают пути, по которым возбуждение в дополнение к висцеральным вызывают также соматические ответы в виде, например, усиления (сокращения) или торможения текущей активности скелетных мышц. В основе этих рефлексов лежит сегментарная организация иннервации некоторых органов (сердца, кишок и других). Это сопровождается интегративной реакцией как висцеральных, так и соматических органов. Вследствие этого при заболеваниях внутренних органов в ограниченных участках кожи возникает повышенная тактильная и болевая чувствительность. Такие боли называют *отраженными*, а области, в которых они появляются – *зоны Захарьина-Геда*.

Сомато-висцеральные (моторно-висцеральные) и дермато-висцеральные – включают пути, вовлекающие активацию экстерорецепторов и соматических афферентных волокон и заканчивающихся в висцеральных органах, вызывая изменения их функции. Примером может служить сосудистая реакция при термических воздействиях на рецепторы кожи, изменения функции органов при физических нагрузках (лечебная физкультура).

В *стоматологической практике* нередко встречаются нарушения вегетативной иннервации. Например, изменение секреции слюнных желез, при глотании, оценке вкусовых качеств пищи. Возможны нарушения тактильной, температурной чувствительности слизистой полости рта.

В неврологии и других клиниках исследуют функции вегетативной нервной системы путем изучения тонуса сосудов (сосудистые реакции – *белый и красный дермографизм*), исследования зрачковой реакции (расширение зрачка – *медриаз*, сужение – *миоз*).

ТЕМА: Гуморальная регуляция физиологических функций. Механизм действия гормонов.

Гуморальная регуляция осуществляется с помощью особых химических регуляторов внутренней среды – **гормонов**. Это химические вещества, образующиеся и выделяющиеся специализированными эндокринными клетками, тканями или органами.

Аппаратом управления гормональной регуляции являются отдельные структуры нервной системы (*церебробластулярный путь*, мозг-железа), гипофизарный путь (через гипофиз), местная саморегуляция (глюкоза в крови и инсулин, кальций и кальцитонин).

Синтез, секреция и выделение гормонов – по химической природе гормоны подразделяют на *производные аминокислот* (тиреоидные гормоны, адреналин), *пептидные* (нейропептиды гипоталамуса, гормоны гипофиза, околощитовидные), *стероидные* (образуются из холестерина – гормоны надпочечников, половые гормоны). Транспорт гормонов осуществляется жидкостями внутренней среды (кровью, лимфой, микроокружением клеток) в связанной (с мембранами эритроцитов, тромбоцитов, белков) и свободной (проходят через мембраны и взаимодействуют с клеточными рецепторами) форме.

Механизм действия гормонов – осуществляется на клетки-мишени и может осуществляться двумя путями: на рецепторы клеточной мембраны (пептидные гормоны, катехоламины) и рецепторы цитоплазмы (внутри клеток) – стероидные гормоны, гормоны щитовидной железы. В результате активируются мембранные ферменты и образуются *вторичные посредники* (цАМФ, цГМФ, фосфолипаза С и другие), запускающие цикл реакций с конечным синтезом ферментов и белков в рибосомах.

Эндокринные железы оказывают существенное влияние на морфофункциональное состояние *челюстно-лицевой области*. Гипо- и гиперсекреция желез внутренней секреции в сформированном организме приводит к возникновению характерных заболеваний с сопутствующими изменениями в полости рта. Эти признаки, в большинстве случаев, представляют собой отдаленные вторичные проявления, наблюдаемые в разгаре болезни, и поэтому, не представляют диагностических трудностей. Наиболее часто изменения в полости рта возникают при расстройствах функции поджелудочной железы (сухость во рту, повышенная жажда и аппетит, отложение зубного камня, подвижность зубов, легкая кровоточивость), половых желез (ороговение, набухание слизистой рта и десен), несколько реже в связи с дисфункцией гипофиза (увеличение челюстей и мягких тканей – *акромегалия*), щитовидной железы (набухание десен, множественный кариес), надпочечников (пигментация слизистой полости рта).

ТЕМА: Роль гормонов в регуляции процессов психического, физического развития, роста тела, адаптации организма и регуляции гомеостаза.

Гипоталамо-гипофизарная система: состоит из *гипоталамо-заднегипофизарной* (расположена в двух основных ядрах – супраоптическом и паравентрикулярном, вырабатывающим висцеральные гормоны – *вазопрессин* и *окситоцин*) и *гипоталамо-переднегипофизарной* (гормоны – *тиреотропин-*

рилизинг-гормон и тиреолиберин, рилизинг-гормон лютеонизирующего гормона – люлиберин, гонадотропин-рилизинг гормон, кортикотропин-рилизинг-гормон и другие).

Гормоны гипофиза: *адренкортикотропный (АКТГ)* – необходим для развития коры надпочечников (увеличивается секреция при стрессе), *тиреотропный (ТТГ)* – стимулирует рост и развитие щитовидной железы, выработку и выделение ее гормонов T_3 и T_4 ; *гонадотропный гормон (ГТГ)* – представлен двумя гормонами – *фолликулостимулирующим* (у самок стимулирует развитие фолликулов, у самцов стимулирует развитие семенных канальцев и дифференциации спермы) и *лютеинизирующим* (принимает участие в образовании желтого тела, стимулирует секрецию половых гормонов яичников и семенников, созревание половых клеток); *соматотропный гормон (СТГ)* – стимулирует общий рост тканей (при недостатке СТГ развивается *карликовость*, при нормально пропорциональном теле; при чрезмерной активности этого гормона наблюдается развитие мягких тканей, деформация и утолщение костей – *акромегалия*); *пролактин* – стимулирует рост молочных желез и секрецию молока; *меланостимулирующий гормон (МСГ)* – стимулирует биосинтез кожного пигмента меланина.

Гормоны щитовидной железы: *трийодтиронин (T_3), тетраiodтиронин (T_4)* – влияют на обменные процессы, рост и развитие, адаптивные реакции (при увеличении их концентрации развивается *токсический зоб или базедова болезнь* – характеризуется похуданием, тахикардией, пучеглазием – *экзофтальмом*; при гипофункции – *эндемический зоб*, связанный с недостатком йода в пище; синдром полного отсутствия у детей тиреоидных гормонов называют *кретинизмом* – задержка роста, у взрослого недостаточность этих гормонов приводит к развитию *микседемы* – утолщение кожи и задержка в ней воды).

Гормоны надпочечников: *глюкокортикоиды* – тормозят синтез белков в периферических тканях, при их избытке (*кортизола*) происходит атрофия мышц, при их отсутствии нарушается мобилизация и выделение жирных кислот из жировой ткани (*липолиз*), при недостаточности нарушается способность различать оттенки вкусовых, обонятельных и звуковых ощущений; они влияют на клеточный и гуморальный иммунитет; при повышенном содержании глюкокортикоидов наблюдается ожирение, гипергликемия, усиленный распад белков, задержка воды и хлорида натрия в организме (*отеки*), гипертензия, пониженная резистентность; при недостаточности – развивается заболевание *бронзовая (Аддисонова) болезнь* – характеризуется бронзовой окраской кожи, ослаблением сердечной деятельности, повышенной утомляемостью, восприимчивостью к инфекциям). *Минералокортикоиды* – *альдостерон, кортикостерон, дезоксикортикостерон* – выделяются клубочковой зоной и регулируют минеральный обмен (альдостерон – увеличивает реабсорбцию натрия и хлора в канальцах почек, что ведет к повышению содержания поваренной соли в крови, лимфе и тканевой жидкости). *Половые гормоны надпочечников* –

андрогены и эстрогены - играют значительную роль в развитии половых органов в детском возрасте (у взрослых людей их роль невелика).

Половые гормоны – развиваются и созревают в гонадах, их делят на *эстрогены, гестагены и андрогены*. Гормоны первых двух групп называют **женскими** (*эстрадиол, эстрон, прогестерон*), третья **мужские** (*тестостерон*). Половые гормоны способствуют эмбриональной дифференцировке и последующему развитию половых органов, определяют половое созревание и развитие половых признаков. Они регулируют процессы, связанные с синтезом желтка в ооцитах и овуляцией, индуцируют изменения в эндометрии матки, предшествующие имплантации яйцеклетки и обеспечивают нормальное протекание беременности. При нарушении функции гамет возникает *бесплодие*. Одновременное развитие зачатков мужской и женской гонад приводит к истинному *гермафродитизму*. Гипофункция стероидогенной ткани может приводить к *евнухоидному* строению тела.

Гормоны поджелудочной железы: *глюкагон* (вырабатывается в альфа-клетках) активируют ферменты, контролирующие скорость гликогенолиза, гликогеногенеза и липолиза; *инсулин* (вырабатывается в бета-клетках) является анаболическим гормоном с широким спектром действия – повышение синтеза углеводов, жиров, белков, стимулирует метаболизм глюкозы, синтез гликогена в печени, влияет на обмен жира; при *гипергликемии* – усиливается секреция инсулина, при *гипогликемии* – наблюдается тахикардия, голод, возбуждение.

Гормоны симпатoadреналовой системы: вырабатываются в мозговом слое надпочечника и окончаниях симпатических нервных волокон (*адреналин и норадреналин*) – их эффекты сложны и многообразны: на одни органы-мишени адреналин и норадреналин действуют сходным образом, на другие – по-разному.

Гормоны водно-солевого обмена: *альдостерон* – влияет на концентрацию ионов натрия и калия; *паратгормон и кальцитонин* – поддержание гомеостаза кальция и фосфора, необходимы для проницаемости мембран, поддержания активности ферментов в процессах синаптической передачи.

Гормоны органов и тканей: *простагландины* (вещества производные ненасыщенных жирных кислот, оказывают местное действие), *кинины* (группа пептидов, служат стимулятором сокращения гладкой мускулатуры и действуют на кишку, вены, бронхи, регулируют кровоток в тканях – *брадикинин*); *гистамин* (вызывает аллергические реакции и сокращение гладкой мускулатуры воздухоносных путей); *пептиды желудочно-кишечного тракта* (влияют на моторику и секрецию различных отделов пищеварительного тракта).

Гипо- и гиперсекреция желез внутренней секреции приводит к возникновению характерных заболеваний с сопутствующими изменениями в *полости рта* (поджелудочная железа – *диабет* - сухость во рту, увеличение языка, большие отложения зубного камня, нарастающая подвижность зубов и легкая кровоточивость десен; *половые железы* – эстроген и прогестерон задерживают воду, уменьшают ороговение, усиливают васкуляризацию слизистой и склонность

к кровотечениям; *гипофиз* – увеличение челюстей и разрастание губ, десен, языка при акромегалии; *цитовидная железа* – тиреотропный гормон усиливает отек слизистой, возможен множественный кариес зубов при гипер- и гипопункции желез; *при недостаточности функции коркового вещества надпочечников* – пигментация слизистой щек, губ, края языка).

МОДУЛЬ 2

ФИЗИОЛОГИЯ ВИСЦЕРАЛЬНЫХ СИСТЕМ: КРОВИ, КРОВООБРАЩЕНИЯ, ДЫХАНИЯ

ТЕМА: Физико-химические свойства крови.

Количество крови – от 6 до 8% от массы тела (4,0-6,0 л), у женщин на 1,0-1,5 л меньше, чем у мужчин; у новорожденных до 15% массы тела, к концу первого года жизни – до 10%. Нормальный объем крови – *нормоволемия*, при кровопотере, тяжелой физической работе объем крови уменьшается – *гиповолемия*, при употреблении очень больших количеств жидкости – *гиперволемия*.

Гематокрит – соотношение между плазмой и форменными элементами, у мужчин –40-48%, у женщин –36-44%, у новорожденных – 55-60%, через месяц после рождения –40-45%, к году- 35-40%, в капиллярной крови- 32%.

Основные функции крови: *транспортная* (перенос кислорода, углекислоты, питательных веществ и другие), *защитная* (иммунитет, фагоцитоз, система комплемента, гемостаз, фибринолиз, антиоксидантная и другие); *регуляторная* (участие в гормональной и физико-химической регуляции).

Цвет крови: зависит от гемоглобина, артериальная кровь – *ярко-красная* (оксигемоглобин), венозная – *темно-красная* (восстановленный гемоглобин).

Вязкость крови: внутреннее трение, часто определяется по отношению к воде, в норме 4,0-5,0, у новорожденных – 10,0-14,0, к месячному возрасту становится равным показателям у взрослых. Увеличивается при подъеме в горы, при увеличенной концентрации углекислоты, при питании белковой пищей. Уменьшается при потреблении овощей и фруктов. Зависит вязкость крови от количества форменных элементов (эритроцитов) и белков.

Плотность крови – 1,056-1,060. Увеличивается при сгущении крови, уменьшается при ее разжижении. Зависит от количества форменных элементов крови (эритроцитов) и белков.

Осмогическое давление крови – сила, которая заставляет переходить воду из менее концентрированного раствора в более концентрированный. Для его поддержания большую роль играет хлорид натрия (до 60% это давление зависит от него). Во всех средах (крови, лимфе, тканевой жидкости) оно одинаково. В норме его величина от 7,3 до 7,6 атм.

Онкотическое давление – создается белками (альбуминами), в норме его величина от 25 до 30 мм рт ст. Оно очень важно для обмена жидкостями в капиллярах, для образования мочи, всасывания, лимфообразования.

Кислотно-щелочное равновесие – соотношение между кислотным и щелочным эквивалентом в крови. Эта реакция обусловлена концентрацией ионов H^+ . Для его оценки используется водородный показатель pH. Если pH=7,0, то среда называется *нейтральной*, если меньше 7,0 – *кислой*, если больше – *щелочной*. В норме pH венозной крови – 7,34, артериальной – 7,4. В целом – 7,35 – 7,47. pH поддерживается *буферными системами* (это бикарбонатная, фосфатная, белковая, гемоглобиновая). Если напряжение мышц растет, то в кровь поступают кислые продукты (молочная кислота, углекислота) – *ацидоз*, при усиленном выделении углекислоты (например, при гипервентиляции) – *алкалоз*.

Белки крови: составляют 7-8% или 65-85 г/л. *Альбумины* – 60% или 35-50 г/л – подвижны, имеют малый молекулярный вес, важны для поддержания онкотического давления, транспорта билирубина, солей тяжелых металлов, жирных кислот, фармакологических препаратов. *Глобулины* – 40% или 30-35 г/л – принимают участие в транспорте фосфолипидов, холестерина, стероидных гормонов, образуют антитела.

ТЕМА: Физиология эритроцитов.

Формы: *дискоцит* (двояковогнутый, их количество до 76% в крови), *эхиноцит* (выглядит как морской еж, с отростками), *сфероцит* (сферической формы), *стоматоцит* (напоминает альвеолярную дугу) и *другие*. Если в поле зрения микроскопа встречается много форм эритроцитов (эритроциты неправильной формы, чаще всего их появление связано с активацией перекисного окисления липидов), то такое явление называют *пойкилоцитозом*.

Размеры: в норме эритроциты имеют следующие размеры – диаметр 7,0-7,7 мкм, толщина 2,0-2,1 мкм, объем 76-100 мкм³, площадь поверхности 140-150 мкм² (такие эритроциты называют *нормоцитами*); если диаметр меньше – *микроциты* (до 15%), если больше – *макроциты* (около 16%). Если в поле зрения присутствуют эритроциты разного размера (из-за дефицита витаминов группы В, фолиевой кислоты, железа), то в таком случае говорят об *анизоцитозе*.

Гемолиз: разрушение мембраны эритроцитов в гипотонических растворах, показателем, характеризующим это свойство эритроцитов, является *осмотическая резистентность* (способность противостоять осмотическим силам), величина которой в норме составляет от 0,32 до 0,48% раствора хлорида натрия.

СОЭ (скорость оседания эритроцитов) – в норме у мужчин от 2 до 10 мм/час, у женщин – от 2 до 15 мм/час. СОЭ зависит от концентрации фибриногена, увеличивается при беременности. У новорожденных СОЭ – 1-2

мм/час, у годовалого ребенка – 4-10 мм/час, у стариков обоего пола до 15-20 мм/час.

Количество эритроцитов: в норме у мужчин от 4,5 до $5,0 \times 10^{12}/л$, а у женщин – $3,7-4,5 \times 10^{12}/л$, *эритроцитоз* (увеличение количества эритроцитов, может быть физиологическим – у новорожденных, при физической работе, при подъеме на высоту), *эритропения* (уменьшение количества эритроцитов, может быть физиологической – при беременности).

Гемоглобин: в норме у мужчин 135-180 г/л, у женщин 120-160 г/л; у новорожденных до 200 г/л, у беременных может уменьшаться до 110 г/л. Гемоглобин взрослого состоит из фракции А – 95-98%, фракции А₂ – 2-3%, гемоглобина F (фетальный – плода) – 1-2%.

Цветной показатель: относительная величина, характеризующая степень насыщения эритроцитов гемоглобином, в норме от 0,75 до 1,0 (*нормохромные эритроциты*), если он больше 1,0 – *гиперхромные*, если меньше 0,75 – *гипохромные*.

Функции эритроцитов: *транспортная* (перенос кислорода, углекислого газа, аминокислот, полипептидов, белков, углеводов, ферментов, гормонов, жиров, холестерина, микроэлементов и других), *защитная* (иммунитет, гемостаз, фибринолиз), *регуляторная* (регуляция pH крови, нонного состава плазмы, водно-солевого обмена, эритропоэза, желчеобразования).

Эритропоэз: живут эритроциты от 60 до 120 дней, образуются в костном мозге, погибают в печени и селезенке.

Регуляция эритропоэза: *специфический путь* (связан с наличием цитокинов, среди них наибольшее значение имеет *эритропоэтин* – образуется в почках, матке, слюнных железах; *гемопоэтины* – *интерлейкины*); *неспецифический путь* (*микроэлементы* – железо, медь, фтор, кобальт; *витамины* – группы В – В₁₂, В₆, В₂; *витамины* С, А, Е; *гормоны* – эритропоэтический, АКГГ, СТГ, глюкокортикоиды, адреналин, тироксин, мужские половые – усиливают эритропоэз, женские половые – уменьшают его).

В *стоматологической практике* можно встретиться с *анемиями* (малокровием), обусловленными патологией слюнных желез.

ТЕМА: Лейкоциты. Защитные функции крови, связанные с лейкоцитами.

Количество лейкоцитов: в норме от 4,5 до $9,0 \times 10^9/л$, у новорожденных до $20,0 \times 10^9/л$ (в течение суток может даже увеличиться), в грудном возрасте колеблется от $6,0$ до $12,0 \times 10^9/л$, к 9-10 годам приближается к норме взрослых; увеличение количества лейкоцитов – *лейкоцитоз* (может быть физиологическим при приеме пищи, мышечной нагрузке, эмоциональном напряжении, при беременности), уменьшение – *лейкопения* (при инфекциях, облучениях, действии ряда лекарств).

Лейкоцитарная формула: базофилы – 0-1%, эозинофилы – 1-4%, нейтрофилы – 50-70% (юные – 0-1%, палочкоядерные – 1-5%, сегментоядерные – 50-65%), лимфоциты – 25-40%, моноциты – 2-8%. При увеличении в крови юных и палочкоядерных нейтрофилов возникает *сдвиг влево* (омоложение крови), при их снижении – *сдвиг вправо* (старение крови). У детей на 5-6 день жизни количество нейтрофилов равняется количеству моноцитов (42-45%) – *первый перекрест*. В 5-6 летнем возрасте наблюдается *второй перекрест*.

Нейтрофилы: образуются в костном мозге, живут 8-10 часов, часть из них находится в циркуляции, часть в красном стоянии и значительная часть покидает сосудистое русло и погибает в тканях; нейтрофилы принимают участие в фагоцитозе, запускают апоптоз, образуют цитокины, принимают участие в иммунитете, митозе клеток, репарации тканей, гемопоэзе, свертывании крови и фибринолизе; *нейтрофилез* – увеличение, *нейтропения* – уменьшение числа нейтрофилов.

Базофилы: образуются в костном мозге, живут до 12 часов; они вырабатывают гепарин (антикоагулянт), гистамин, гиалуроновую кислоту (принимает участие в проницаемости мембран), фактор активации тромбоцитов, тромбоксаны, лейкотриены, простагландины. Увеличение – *базофилия* (наблюдается при стрессе, аллергии, лейкозах, менструациях, воспалениях).

Эозинофилы: образуются в костном мозге, живут от 4 до 12 дней, в кровотоке находятся несколько часов, проникают в ткань где и разрушаются; обладают фагоцитозом, разрушают токсины, активируют компоненты калликреин-кининовой системы; увеличение их количества – *эозинофилия* (наблюдается при аллергиях и глистной инвазии), уменьшение – *эозинопения* (при тяжелых инфекциях).

Моноциты: образуются в разных органах кроветворения (костном мозге, лимфатических узлах, соединительной ткани), живут около 36-104 часов, уходят в ткани и образуют там семейство макрофагов; обладают фагоцитозом, содержат монокины, влияющие на лимфоциты, обеспечивают противои инфекционное и противораковое действие, принимают участие в свертывании крови и фибринолизе, в синтезе компонентов комплемента; увеличение в крови получило название – *моноцитоз* (наблюдается при инфекциях, нагноительных процессах, глистной инвазии, туберкулезе).

Лимфоциты: образуются в костном мозге и поступают в циркуляцию, где дифференцируются в вилочковой железе (тимус) в *T-лимфоциты* (до 40-70% от общего числа лимфоцитов, ответственны за клеточный иммунитет); в тонком кишечнике, миндалинах, аппендиксе, костном мозге (прообраз сумки Фабрициуса у птиц, bursa) в *B-лимфоциты* (до 20-30% от общего числа лимфоцитов,, обеспечивают образование иммуноглобулинов, имеют отношение к клеточному и гуморальному иммунитету; не проходящие дифференциации в органах иммунной системы – *0-лимфоциты* (нулевые, до 10-20%, секретируют белки,

способные пробуравливать отверстие в мембране чужеродных клеток и изливая в них протеолитические ферменты, разрушая их).

Защитные функции лейкоцитов: *неспецифическая* (защита направлена на уничтожение любого чужеродного агента, к ней относят – *фагоцитоз* – это поглощение чужеродных частиц и клеток и их дальнейшее уничтожение; *систем комплемента* – специальная ферментативная система, состоящая из белков и разрушающая чужеродные и старые клетки; *гуморальные факторы защиты* – это *лизоцим* – белок, подавляет рост и развитие возбудителей, разрушают бактерии; *интерферон* – глобулин плазмы крови, содержится в лимфоцитах, обеспечивает противовирусную защиту, задерживает рост злокачественных клеток); *специфическая защита* – *иммунитет* (это комплекс реакций, направленных на поддержание гомеостаза при встрече организма с антителами, которые расцениваются как чужеродные), различают *клеточный* (направленный на уничтожение клеток и тканей и связан с действием Т-киллеров и *гуморальный иммунитет* (обеспечивается образованием антител и связан главным образом с В-лимфоцитами, при инфицировании организма бактериями).

Регуляция лейкопоэза: *специфический путь* (действие специальных веществ – *лейкопоэтинов* – образуются в селезенке, печени, тимусе, почках) и *неспецифический путь* (витамины С и В; гормоны – АКТГ, щитовидной железы и половые; микроэлементы – особенно медь).

Защитные функции полости рта, связанные с лейкоцитами: в полости рта есть *лизоцим, интерферон, протеолитические ферменты, секреторный иммуноглобулин А, сывороточный иммуноглобулин А, Е и G, компоненты системы комплемента*. В слюне определяют лейкоцитарную формулу: 95-97% составляют нейтрофилы, 1-2% – лимфоциты и 2-3% моноциты.

ТЕМА: Тромбоциты. Сосудисто-тромбоцитарный (микроциркуляторный) гемостаз.

Тромбоциты: образуются из мегакариоцитов, их диаметр колеблется в пределах от 2 до 4-х мкм, объем около 6-9мкм³, имеют много гранул; *альфа-гранулы* (содержат более 30 белков, имеющих отношение к гемостазу и другим реакциям), *плотные гранулы* (содержат биологически активные вещества, имеющие отношение к тонуусу сосудов и гемостазу), *лизосомы* (содержат киназы и ферменты).

Количество тромбоцитов: в норме от 150 до 350х10⁹/л, увеличение числа тромбоцитов – *тромбоцитоз* (физиологический – при болевой реакции, стрессе, физической нагрузке; патологический – при заболеваниях селезенки), уменьшение – *тромбоцитопения* (у женщин при менструации, заболеваниях крови, лучевой болезни). Кровоточивость возникает при резком снижении тромбоцитов до критического уровня (25-30х10⁹/л) У новорожденных около 200х10⁹/л.

Функции тромбоцитов: *ангиотрофическая* (питание сосудистой стенки), *защитная* (фагоцитоз, содержат иммуноглобулины, являются источником лизоцима, цитокинов), *участие в сосудисто-тромбоцитарном гемостазе* (остановке кровотечения из мелких кровеносных сосудов) и *свертывании крови* (при повреждении крупных кровеносных сосудов).

Сосудисто-тромбоцитарный гемостаз: осуществляется в три этапа (стадии) - *первая – временный спазм кровеносных сосудов* (сразу же после повреждения сосудов через доли секунды наблюдается первичный спазм сосудов, обусловленный выбросом адреналина и норадреналина на боль, затем наступит вторичный спазм, обусловленный активацией тромбоцитов и отдачей в кровь сосудодвигательных веществ – серотонина, адреналина, тромбоксанов; *вторая – образование тромбоцитарной пробки* (происходит за счет адгезии – прикрепления тромбоцитов к поврежденной поверхности к коллагену с помощью гликопротеидов, фактора Виллебранда и других веществ и агрегации – склеивания тромбоцитов друг с другом, за счет АДФ, адреналина, фактора Виллебранда, фибриногена и других веществ), на этом этапе агрегация носит *обратимый характер* (может наступить дезагрегация), при увеличении концентрации в крови простагландинов и тромбоксанов (выделяются из тромбоцитов) возникает *необратимая агрегация* (в результате образуется тромбоцитарный тромб; *третья – ректракция тромбоцитарного тромба* (под влиянием тромбоцитина тромбоцитов). В условиях нормы остановка кровотечения из мелких сосудов осуществляется за 2-4 минуты и такой показатель в клинике называют *временем кровотечения*. Оно характеризует все этапы микроциркуляторного гемостаза в целом.

Регуляция тромбоцитопозза: *специфический путь* (тромбоцитопэтины, интерлейкины) и *неспецифический путь* (гормоны- АКТГ, адреналин).

Сосудисто-тромбоцитарный гемостаз в полости рта: в полости рта повреждения сосудов микроциркуляции происходят ежедневно при приеме пищи, в случае нормального сосудисто-тромбоцитарного гемостаза кровотечения быстро останавливаются, при его же патологии- *ротовые (десневые) кровотечения* (тромбоцитопатии, тромбоцитопении различного происхождения).

ТЕМА: Свертывание крови.

Свертывание крови - это ферментативный процесс, в котором принимают участие различные факторы (плазменные, клеточные, тканевые).

Плазменные факторы свертывания крови: **I фибриноген** (белок, образуется в печени, норма 2-4 г/л; **II протромбин** (гликопротеин, образуется в печени в присутствии витамина К, норма 0,1-0,15 г/л; **III тромбопластин** (входит в состав мембран многих клеток, состоит из белка и комплекса фосфолипидов); **IV ионы кальция** (норма 0,03-0,04 г/л); **V акцелератор-глобулин** (белок, образуется в печени, норма до 0,01 г/л); **VII проконвертин** (гликопротеин, образуется в печени

с участием витамина К, норма около 0,005 г/л; VIII антигемофильный глобулин (гликопротеин, образуется в печени, селезенке, сосудистой стенке, норма 0,01-0,02 г/л, при его отсутствии – гемофилия А); IX фактор Кристмасса (гликопротеин, образуется в печени при участии витамина К, в норме около 0,003 г/л, при его отсутствии – гемофилия В; X фактор Стюарт-Прауэра (гликопротеин, образуется в печени при участии витамина К, норма около 0,01 г/л; XI плазменный предшественник тромбластина (гликопротеин, образуется в печени, норма около 0,005 г/л); XII фактор Хагемана или контакта (белок. Активируется заряженной отрицательно поверхностью, адреналином, норма около 0,03 г/л); XIII фибриназа или фибринстабилизирующий фактор (глобулин, синтезируется фибробластами, мегакариопитами, норма 0,1-0,02 г/л); Фактор Флетчера (ирекалликреин) – белок, норма около 0,05 г/л; Фактор Фитцджеральда, норма около 0,06 г/л.

Факторы свертывания форменных элементов крови: *тромбоцитарные* (тромбоциты содержат около 30 различных веществ, влияющих на свертывание крови; некоторые из них имеют цифровое обозначение – арабскими цифрами, по разным источникам так обозначены от 5 до 15 факторов, главным из них является фосфолипид тромбоцитов или фактор 3 – принимает участие в образовании протромбиназы по внутреннему пути); *эритроцитарные* (не имеют цифрового обозначения, очень похожи на тромбоцитарные, имеют важное значение при гемолизе эритроцитов, резус-конфликте); *лейкоцитарные* (играют важную роль при значительном увеличении в крови той или иной формы лейкоцитов при лейкозах).

Тканевые факторы свертывания крови: все ткани (клетки) содержат факторы свертывания крови – основной из них *тканевой фактор*, который при повреждении сосудистой стенки, выделяясь в кровоток активирует свертывание крови (чем больше травма тканей, тем сильнее и быстрее активируется свертывание крови по внешнему пути образования протромбиназы); разные органы имеют неодинаковую активность этих факторов, что позволяет говорить о тромбоопасных или геморрагически опасных органах (геморрагии местного или органного происхождения, например, сопровождают повреждение тканей щитовидной, предстательной железы).

Этапы (фазы, стадии) свертывания крови: I. **Образование протромбиназы** (может осуществляться по *внешнему и внутреннему пути*: по *внешнему* – при повреждении тканей выделяется тканевой фактор, который активирует фактор VII, последний переводит в активное состояние фактор X, в последующем Xa переводит фактор V в активное состояние – фактор III+IV+Xa+Va и есть комплексное соединение, получившее название *протромбиназы*; по *внешнему пути* протромбиназа образуется очень быстро – за несколько секунд; по *внутреннему* – инциатором является активация поврежденной поверхностью фактора XII, его активная форма переводит фактор XI в активное состояние, он переводит фактор IX в активное состояние, он

действует совместно с фактором VIII и переводит в активную форму фактор X; дальше все происходит также как и при внешнем пути образования протромбиназы; этот путь более продолжителен и занимает 5-6 минут). 2. *Переход протромбина в тромбин* (под влиянием протромбиназы) происходит очень быстро – за 10-20 секунд. 3. *Переход фибриногена в фибрин* (вначале под влиянием тромбина от фибриногена отщепляются два фибринопептида А и два фибринопептида В, в результате образуется *фибрин-мономер*, последний под влиянием активного фактора XIII происходит переход фибрин-мономера на *фибрин-полимера*, образовавшийся плотный фибриновый сгусток еще более уплотняется под влиянием *тромбостенина* и наступает *ретракция* фибринового сгустка.

Защитная роль системы свертывания крови в полости рта: во время еды или попадания в полость рта посторонних тел нередко возникают травмы, сопровождающиеся кровотечениями, тем более это возможно при травмах челюстей, оперативных вмешательствах – в значительной мере остановка таких кровотечений связана с действием на кровь слюны, которая содержит *тканевой фактор* и *другие факторы, подобные плазменным*; особое значение факторы свертывания крови слюны имеют при заболеваниях, связанных с нарушением этого процесса генетического характера (например, гемофилия и тромбофилия).

ТЕМА: Дифференциальная коагулограмма. ДВС – синдром.

В клинической практике встречаются кровотечения, которые имеют различное происхождение. В каждом конкретном случае (в зависимости от локализации кровотечения, его степени, клинической картины) это требует разного подхода к лабораторной диагностике нарушения свертывания крови (т.е. постановке таких лабораторных тестов, которые могут дать квалифицированный ответ на возникший вопрос о причине кровотечения). Например, при напряженных и болезненных кровоизлияниях в полости суставов, мышц, подкожную клетчатку и брюшинное пространство можно говорить о *гематомном типе кровоточивости* (наблюдается при гемофилии, передозировке антикоагулянтов). При капиллярной же кровоточивости, появлении петехий на коже, десневых и носовых кровотечениях можно говорить о *микроциркуляторном (петехио-пятнистом) кровотечении* (наблюдается при всех формах тромбоцитопений, дефектах тромбоцитов – тромбоцитопатий). Может быть и *смешанный (микроциркуляторно-гематомный) тип кровоточивости*, характерными признаками которых являются петехиально-пятнистая кровоточивость в сочетании с болезненными, напряженными гематомами в подкожной клетчатке, брюшинной и брюшной полости, во внутренних органах (наблюдается при болезни Виллебранда, при комплексном дефиците ряда плазменных факторов свертывания крови обусловленными болезнями печени).

Нередко в клинической практике возникает кровотечение на почве диссеминированного внутрисосудистого свертывания (ДВС) крови. ДВС – явление, которое развивается при многих (большинстве) заболеваний, оно неспецифично, универсально и практически катастрофично. При его острых формах летальность достигает до 60% (у новорожденных до 90%). В развитии ДВС-синдрома различают три стадии: *гиперкоагуляция* (избыток плазменных факторов, увеличение количества тромбоцитов, гемолиз эритроцитов, повреждение тканей и выход в кровоток тканевого фактора); *переходная* (с нарастающей коагулопатией и тромбоцитопенией, разнонаправленные сдвиги в тестах); *гипокоагуляция* (вплоть до несвертываемости), сопровождающаяся кровоточивостью, кровоподтеками, гематомами.

ДВС в стоматологии: такие реакции в полости рта как Артюса, Санарелли-Шварцмана и другие, связанные с заболеваниями слюнных желез – типичные примеры ДВС-синдрома.

ТЕМА: Антикоагулянты и фибринолиз.

Антикоагулянты – вещества, препятствующие свертыванию крови, их подразделяют на: *первичные* (всегда присутствующие в крови: *антитромбопластины* – предотвращают образование протромбиназы, вырабатываются в эндотелии сосудистой стенки, к ним относят витамин-К-зависимый протенин С и протенин S, тромбомодулин; *антитромбины* – вещества, ингибирующие действие тромбина, к ним относят также α_1 -антитрипсин и α_2 -макроглобулин; *ингибиторы третьей фазы –ингибиторы самосборки фибрина* – это полипептиды, образующиеся в разных тканях и действующие на фибрин-мономер или фибрин-полимер) и *вторичные* (это отработанные факторы свертывания крови и продукты деградации фибриногена или фибрина, препятствующие внутрисосудистому свертыванию крови).

Среди естественных антикоагулянтов наибольшее значение имеют антитромбины: *антитромбин III* (белок глобулиновой природы, образуется в печени, почках, селезенке, легких, кровеносных сосудах; его концентрация уменьшается с возрастом; у беременных женщин; при питании с большим количеством белков и жиров; является кофактором гепарина); *гепарин* (является антитромбином немедленного действия, трансформирует антитромбин III, повышая его активность; в крови содержится в базофилах, в сосудах – в тучных клетках).

Фибринолиз – растворение фибринового сгустка, всегда сопровождает процесс свертывания крови, является защитной реакцией, направленной на предотвращение закупорки кровеносных сосудов фибриновыми сгустками, а также реканализации сосудов после остановки кровотечения; компоненты фибринолиза играют важную роль в удалении внеклеточного матрикса,

регулирует рост и деление клеток, заживление ран, регенерацию мышц, рост и метастазирование опухолей.

Основным ферментом, разрушающим фибрин, является *плазмин* (находится в циркуляции в неактивном виде – *плазминоген*), переход плазминогена в плазмин осуществляется под влиянием *активаторов плазминогена* (содержатся в тканях – *тканевой активатор плазминогена* или *ТАП*, в форменных элементах крови, в моче – *урокиназа*). Кроме активаторов плазминогена в плазме находятся ингибиторы этого процесса – важнейший из них *ингибитор первого типа* (ИТАП-1).

Фибринолиз, как и процесс свертывания крови, осуществляется в три фазы. *Первая* -- образование и выделение активаторов плазминогена; *вторая* – переход плазминогена в плазмин (осуществляется по *внутреннему пути* - с участием и без участия фактора Хагемана, под влиянием других протеннов; по *внешнему пути* – осуществляется под влиянием ТАП, урокиназы и других факторов; *третья* – плазмин действует на фибрин (появляются вначале ранние продукты деградации фибрина – крупномолекулярные, а потом поздние – низкомолекулярные; первые влияют на агрегацию тромбоцитов и свертывание крови, усиливая их, вторые – обладают антикоагулянтными свойствами и усиливают реакции фибринолиза).

Фибринолитическая активность слюны - имеет большое значение для очищения тканей полости рта от продуктов распада и фибринозных налетов в полости рта, а также влияет на скорость заживления раневой поверхности слизистой полости рта при ее повреждении.

ТЕМА: Регуляция сосудисто-тромбоцитарного гемостаза, свертывания крови и фибринолиза.

Молекулярный уровень – это поддержание гемостатического баланса отдельных факторов, влияющих на сосудисто-тромбоцитарный гемостаз, свертывание крови и фибринолиз, такой баланс постоянно существует между: простациклином и тромбоксаном, прокоагулянтами и антикоагулянтами, активаторами и ингибиторами плазминогена. Этот уровень регуляции контролируется иммунной системой с помощью образования антител к активированным факторам свертывания крови и фибринолиза, генетически – контроль над продукцией факторов, обеспечивающих образование и растворение кровяного сгустка.

Клеточный уровень регуляции – клетки, продуцирующие факторы свертывания крови и фибринолиза несут на себе рецепторы к этим веществам.

Органный уровень регуляции - каждый орган продуцирует больше или меньше факторов, влияющих на гемостаз и фибринолиз. Такое явление свойственно и парным органам (кровь, оттекающая от парных органов отличается по активности факторов свертывания крови и фибринолиза и это создаст условия для возникновения функциональной *асимметрии* гемостаза и фибринолиза.

сердца на поверхности тела. Электрическая волна, которая регистрируется при этом, имеет сложный характер и характеризует возникновение в миокарде деполаризации и реполаризации, а не его сокращение.

Электрокардиография – метод графической регистрации колебаний разницы потенциалов, возникающих на поверхности возбудимой ткани или среды вокруг сердца при распространении волны возбуждения по сердцу.

Электрокардиограмма (ЭКГ) – проекция динамики суммарного вектора возбуждения на протяжении сердечного цикла на ось отведения.

При регистрации ЭКГ используют два электрода, соединенных соответственно с положительным полюсом гальванометра (положительный или активный электрод) и отрицательным полюсом (отрицательный электрод). Точка поверхности тела, на которую накладывают электрод, называется позицией электрода. **Отведения** - это способ выявления разницы потенциалов между двумя участками тела. ЭКГ-отведения бывают двуполусными и однополусными. Двуполусные регистрируют разницу потенциалов между двумя точками тела, однополусные – отражают разницу потенциалов какого-то участка тела и потенциала, постоянного по величине, условно принятого за ноль. Для образования нулевого потенциала используют объединенный электрод Вильсона (индифферентный), который образуется при соединении проводниками трех конечностей – правой и левой руки и левой ноги.

Общепринятая система электрокардиографических отведений включает: три стандартных (I, II, III), три однополусных от конечностей (aVR , aVL , aVF), шесть однополусных грудных (V_1 - V_6).

Стандартные отведения от конечностей – **I отведение** регистрирует разницу потенциалов между правой рукой (отрицательный электрод) и левой рукой (положительный электрод); **II отведение** регистрирует разницу потенциалов между правой рукой (отрицательный электрод) и левой ногой (положительный электрод); **III отведение** регистрирует разницу потенциалов между левой ногой (положительный электрод) и левой рукой (отрицательный электрод).

При записи **усиленных однополусных отведений от конечностей** один электрод (индифферентный), потенциал которого близок к нулю, присоединяют к негативному полюсу гальванометра. Другой электрод – активный – располагают на одной из конечностей: aVR – усиленное отведение от правой руки; aVL – усиленное отведение от левой руки; aVF – усиленное отведение от левой ноги.

Все, вышеуказанные отведения, дают возможность регистрировать разницу потенциалов во фронтальной плоскости.

Грудные отведения - являются однополусными; индифферентный (объединенный) электрод присоединяют к отрицательному полюсу гальванометра, а активный – помещают в разные точки грудной клетки (они обозначаются арабскими цифрами) и соединяют с положительным полюсом гальванометра, регистрируют 6 грудных отведений: V_1 – четвертое межреберье по правому краю

грудины; V_2 - четвертое межреберье по левому краю грудины; V_3 - между V_2 и V_4 ; V_4 - в пятом межреберье слева по среднеключичной линии; V_5 - в пятом межреберье слева по левой передней подмышечной линии; V_6 - в пятом межреберье по левой средней подмышечной линии.

Грудные отведения позволяют регистрировать разницу потенциалов в горизонтальной плоскости. Иногда для более тщательной диагностики патологии сердца используют дополнительные грудные отведения: V_7 - на левой задней подмышечной линии на уровне пятого межреберья; V_8 - на левой лопаточной линии на уровне пятого межреберья; V_9 - на левой околопозвоночной линии на уровне пятого межреберья.

ЭКГ - это периодически повторяющаяся кривая, которая отражает распространение процесса возбуждения сердца во времени. Отдельные ее элементы - зубцы, сегменты, интервалы и комплексы - имеют соответствующие обозначения и каждый элемент ЭКГ имеет временную (сегменты, интервалы, зубцы, комплексы - в секундах) и высотную (зубцы - в мм и мВ) характеристику.

ТЕМА: Анализ электрокардиограммы.

Анализ ЭКГ производят по следующей схеме:

1. **Определяют правильность сердечного ритма** - диагноз нормального синусового ритма устанавливают на основании следующих критериев: наличие зубца Р синусового происхождения, который постоянно находится перед комплексом QRS; продолжительность интервала PQ 0,12-0,20 сек; постоянная форма зубца Р во всех отведениях; частота ритма 60-80 ударов в минуту; постоянный интервал P-P- или R-R.

2. **Подсчет частоты сердечных сокращений** - для этого устанавливают продолжительность одного сердечного цикла (интервал RR) и подсчитать, сколько таких циклов содержится в одной минуте. ЧСС=60 сек / интRR(сек)

3. **Изучение продолжительности отдельных элементов ЭКГ:** *зубец Р* - характеризует возбуждение предсердий, восходящая часть - правого, нисходящая - левого предсердия (в норме его продолжительность от 0,07 до 0,11 сек, амплитуда - от 0,12 до 0,16 мВ), в III стандартном отведении он может отсутствовать, быть двухфазным или отрицательным, в положениях V_1, V_2 он положительный, V_3, V_4 - постепенно увеличивается, в однополюсных отведениях от конечностей aVR - он отрицательный, а в aVL и aVF - положительный; *сегмент PQ* - это отрезок прямой на изоэлектрической оси (от конца зубца Р до начала зубца Q), он характеризует время атриовентрикулярной задержки (в норме ее продолжительность от 0,04 до 0,1 сек); *интервал PQ* - участок ЭКГ от начала зубца Р до начала зубца Q, характеризует распространение возбуждения от предсердий к желудочкам (продолжительность этого интервала от 0,12 до 0,21 сек); *зубец Q* - характеризует возбуждение межжелудочковой перегородки и папиллярной мускулатуры (его продолжительность от 0,02 до 0,03 сек, высота до

0,1 мВ), он может отсутствовать в первом стандартном отведении; *зубец R* – характеризует возбуждение основной мускулатуры желудочков (его продолжительность от 0,02 до 0,07 сек, высота 0,8-1,6 мВ), в грудных отведениях V_1, V_2 он маленький, в положениях V_3, V_4 – возрастает, в положениях V_5, V_6 – он вновь уменьшается; *зубец S* – характеризует возбуждение в отдаленных участках желудочков (его продолжительность до 0,02-0,03 сек, высота до 0,1 мВ), иногда он отсутствует в первом стандартном отведении, в грудных отведениях V_1, V_2 – он глубокий, далее уменьшается, а в положениях V_5, V_6 – может отсутствовать; *сегмент ST* – отрезок прямой на изоэлектрической линии от конца зубца S до начала зубца T и характеризует тот момент, когда оба желудочка одновременно возбуждены (его продолжительность от 0,1 до 0,15 сек); *зубец T* – характеризует процесс реполяризации миокарда (его высота от 0,4 до 0,8 мВ и продолжительность от 0,1 до 0,25 сек), в стандартном положении I – положительный, во II – часто положительный, в III – может быть положительным, двухфазным и отрицательным, в положениях V_1, V_2 – иногда он отрицательный, а в положении aVF – отрицательный; *интервал TP* – характеризует общую паузу сердца (ее продолжительность составляет 0,4 сек); *интервал RR* – характеризует полный сердечный цикл (его продолжительность составляет 0,8 сек); *комплекс P* – предсердный; *комплекс QRS* – желудочковый.

Определение положения электрической оси во фронтальной плоскости: *электрическая ось сердца* – это среднее направление электродвижущей силы сердца за время всего периода деполяризации, она образует угол (угол α) с осью I стандартного отведения (если размер угла от 0 до 29° – положение электрической оси – *горизонтальное*; если угол от 30 до 69° – *нормальное*; если $70-90^{\circ}$ – *вертикальное*; если угол больше 90° – это *отклонение оси вправо*; если угол больше 0° – это *отклонение оси влево*. Определение электрической оси сердца можно осуществить и с помощью однополюсных отведений (при доминировании положительного зубца R в отведении aVL электрическая ось сердца считается *горизонтальной*, если в отведении aVF комплекс QRS имеет форму QS или rS; при доминировании положительного зубца в отведении aVF электрическая ось сердца считается *вертикальной*, если в отведении aVL комплекс QRS имеет форму QS или rS).

Определение поворотов сердца относительно продольной оси в горизонтальной плоскости: повороты сердца вокруг продольной оси, условно проведенной через верхушку и основание сердца, определяются по конфигурации комплекса QRS в грудных отведениях, оси которых расположены в горизонтальной плоскости (для этого необходимо установить локализацию *переходной зоны* – это то грудное отведение, где амплитуда зубцов R и S приблизительно одинакова); в большинстве случаев переходная зона отмечается в отведениях V_3, V_4 . При повороте сердца вокруг продольной оси по часовой стрелке переходная зона смещается *влево* (в область отведения V_5 , в отведении V_6

регистрируется выраженный зубец S), при повороте сердца вокруг продольной оси против часовой стрелки переходная зона смещается *вправо* к отведению V₂.

ТЕМА: Определение физиологических свойств сердечной мышцы по ЭКГ.

Определение автоматии синусного узла: состояние автоматии синусного узла определяют по частоте и ритму сердечных сокращений (при нарушении автоматии синусного узла возникают *аритмии*). Различают *синусовую тахикардию* (водителем ритма является синусовый узел, ритм правильный, частота сердечных сокращений превышает 80 в минуту, зубцы ЭКГ обычно не отличаются от нормы, расстояние RR одинаковое, укороченное, укорочен интервал TP), которая может быть связана с повышением тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы, понижением тонуса блуждающего нерва, поражением синусного узла при его ишемии, инфекции; *синусовую брадикардию* (характеризуется замедлением синусового ритма, когда частота сердечных сокращений от 40 до 60 в минуту, ритм правильный, водителем ритма является синусный узел, автоматизм которого понижен, зубцы ЭКГ обычно не изменены, интервалы RR одинаковы и удлиненные), которая может быть связана с повышением тонуса блуждающего нерва, понижением тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы, местным воздействием на синусный узел вследствие гипоксии, инфаркта, инфекции; *синусовую аритмию* (является следствием нерегулярной деятельности синусового узла, что приводит к неравномерному образованию в нем импульсов возбуждения, это вызывает чередующиеся периоды учащения и урежения ритма; расстояние RR между различными комплексами QRS не одинаковое и разница в продолжительности самого короткого и самого продолжительного интервала RR превышает 10% от среднего расстояния RR), которая может быть *дыхательной* (изменение частоты сердечных сокращений во время дыхания могут быть связаны с колебаниями тонуса симпатического и блуждающего нервов в связи с фазами дыхания) и *недыхательной* (чаще бывает дыхательная аритмия).

Определение наличия экстрасистол: при наличии дополнительного очага возбуждения в сердце возможно временное подавление синусового ритма с образованием внеочередного импульса и последующего сокращения сердца – *экстрасистолы*.

Предсердные экстрасистолы – характерным для ЭКГ является деформация зубца P, комплекс QRS не изменен, после предсердной экстрасистолы наступает компенсаторная пауза.

Желудочковые экстрасистолы – отмечается уширение и деформация комплекса QRS, отсутствует связь с зубцом P, наблюдается полная компенсаторная пауза. Для левожелудочковой экстрасистолы характерен высокий

зубец R в $V_{1,2}$ и глубокий зубец S в $V_{5,6}$. Для правожелудочковой экстрасистолы характерен высокий зубец R в $V_{5,6}$, глубокий зубец S в $V_{1,2}$.

Определение функции проводимости миокарда: нарушение проводимости может быть на разных уровнях:

синоатриальная блокада – импульс от синусового узла не проводится к предсердиям (импульс не образуется в синусовом узле, слабый импульс), она может быть *I степени* (замедление образования импульса в синусовом узле или замедление его проведения – на ЭКГ не улавливается), *II степени* (часть импульсов не доходит до предсердий, выпадают сокращения предсердий и желудочков – на ЭКГ укорочение интервала PР, за ним длительная пауза), *III степени* (полная блокада, на ЭКГ выпадение зубца P, комплекса QRS и зубца T, регистрируется изолиния)

атриовентрикулярная блокада – задержка или прекращение проведения импульсов из предсердий через атриовентрикулярный узел, она может быть также: *I степени* (на ЭКГ отмечается удлинение интервала PQ, комплекс QRS не изменен), *II степени* (когда один или несколько импульсов из синусового узла не могут быть проведены к желудочкам, вследствие чего выпадает одно или больше сокращений желудочков – на ЭКГ постепенное ухудшение атриовентрикулярной проводимости проявляется в прогрессирующем удлинении интервала PQ от комплекса к комплексу с последующим выпадением желудочкового комплекса), *III степени* (полная поперечная блокада, характеризуется тем, что ни один импульс из предсердий не проходит к желудочкам; предсердия возбуждаются под влиянием синусового узла, желудочки – атриовентрикулярного: зубцы P не связаны с желудочковым комплексом, наслаиваются на различные моменты систолы и диастолы желудочков, предсердия сокращаются чаще, чем желудочки, расстояние PР меньше RR).

Блокада ножек пучка Гиса – нарушение или полное прекращение проведения возбуждения по правой или левой ножке пучка Гиса (блокада правой ножки диагностируется по грудным отведениям, имеются изменения и в стандартных отведениях; блокада левой ножки также характеризуется изменениями как в грудных, так и в стандартных отведениях).

ТЕМА: Насосная функция сердца (фазы сердца). Тоны сердца. Фонокардиография (ФКГ).

Сердце работает по принципу насоса. Во время сокращения (систола) сердца кровь выходит из него, а во время расслабления (диастолы) – входит в него. Началом работы сердца является *систола предсердий* (во время этой фазы в правом предсердии давление повышается до 5-8 мм.рт.ст., в левом – до 8-15 мм.рт.ст., что приводит к выталкиванию крови через открытое атриовентрикулярное отверстие в желудочки), она длится 0,1 сек.

Систола желудочков начинается с фазы *напряжения* (длится до 0,08 сек, в пределах 0,05 сек наблюдается *асинхронное сокращение* – когда не все участки миокарда охвачены сократительным процессом и в этот момент еще не происходит повышения давления в полостях желудочков; далее следует *изометрическое сокращение* – до 0,03 сек, когда сократительный процесс охватывает основную массу миокарда; давление в полостях желудочков начинает значительно возрастать – до 15-20 мм.рт.ст. в правом и 70-90 мм.рт.ст. – в левом желудочке), вследствие повышения внутрижелудочкового давления атриовентрикулярные клапаны быстро захлопываются, полулунные клапаны также закрыты, полость желудочков оказывается замкнутой и объем крови в ней остается постоянным.

Период изгнания крови начинается с открытием клапанов аорты и легочной артерии и состоит из фазы *быстрого* (0,05-0,12 сек) и *медленного* (0,13-0,20 сек) изгнания крови из желудочков. Открытие аортальных клапанов происходит при достижении давления в полости левого желудочка до 80 мм.рт.ст, легочной артерии – до 15 мм.рт.ст. Сокращение миокарда способствует дальнейшему подъему давления в полостях соответственно в правом до 30 мм.рт.ст. и левом – до 120-150 мм.рт.ст. В результате такого повышения давления кровь вначале очень быстро изливается в сосуды, по мере наполнения сосудов кровью градиент давления уменьшается и кровь изливается медленней.

Вся систола желудочков длится 0,3-0,33 сек.

Диастола желудочков (0,47-0,5 сек) состоит из следующих фаз: *протодиастолической* (длится до 0,05 сек), когда кровь, находящаяся в сосудах, обратным током захлопывает полулунные клапаны (атривентрикулярные клапаны тоже закрыты) и желудочки продолжают расслабляться, пока давление в них не станет ниже, чем в предсердиях – наступает период *изометрического расслабления* (0,08 сек). В этот момент предсердия полностью заполнены кровью, когда же давление в желудочках оказывается чуть меньше, чем в предсердиях, раскрываются атриовентрикулярные клапаны и начинается период *наполнения*. Вначале происходит *быстрое наполнение желудочков* (в течение 0,05 сек), а затем *медленное* (0,25 сек). В заключение происходит *наполнение кровью желудочков за счет систолы предсердий* (0,1 сек).

Систолический объем (СО) – количество крови, которое выбрасывается сердцем при каждом сокращении (65-70 мл у мужчин, 50-60 мл у женщин).

Минутный объем (МО) – СО умноженный на частоту сердечных сокращений (в покое 4,5-5,0 л, при нагрузке до 20-30 л).

Тоны сердца: звуковые явления, возникающие во время работы сердца. Различают: **I тон – систолический** (выслушивается на верхушке сердца и в месте проекции митрального клапана; образуется колебаниями створок атриовентрикулярных клапанов, колебаниями миокарда в период изометрического сокращения и колебаниями начальных отделов аорты и легочной артерии; продолжительность тона 0,08-0,25 сек, частота 15-500 Гц); **II тон –**

диастолический (выслушивается во втором межреберье слева и справа от грудины; образуется за счет колебаний, возникающих в начале диастолы при захлопывании створок клапана аорты и легочной артерии и за счет колебаний стенок начальных отделов этих сосудов; длительность 0,08-0,11 сек, частота 500-1250 Гц); **III тон – желудочковый галоп** (выслушивается на верхушке сердца в положении лежа, в области грудины в стоячем положении; обусловлен колебаниями мышечной стенки желудочков, возникающими при их быстром пассивном наполнении кровью из предсердий во время диастолы; возникает через 0,15-0,12 сек от начала второго тона); **IV тон- предсердный галоп** (выслушивается редко, обусловлен колебаниями стенок предсердий при их систоле).

Фонокардиограмма (ФКГ) – графическая регистрация звуков, возникающих при работе сердца (в норме на ФКГ обнаруживаются колебания, соответствующие I и II тонам сердца, могут обнаруживаться III и редко IV тоны).

На **ФКГ I тона** различают начальные низкоамплитудные и редко высокочастотные колебания, связанные с сокращением желудочков; главный сегмент этого тона, состоящий из относительно высокочастотных колебаний, возникает вследствие закрытия митрального и трикуспидального клапанов; конечная часть – низкоамплитудные, низкочастотные колебания, связаны с открытием полулунных клапанов аорты и легочной артерии и колебаниями их стенок.

На **ФКГ II тона** различают аортальный и легочной компоненты (аортальный – возникает чуть раньше, амплитуда его выше).

ФКГ III тона - представлена 1-2 низкоамплитудными, низкочастотными колебаниями (чаще всего регистрируется у детей).

ФКГ IV тона – 1-2 низкочастотные колебания низкой амплитуды.

В клинической практике для характеристики тонов нередко используется метод аускультации (выслушивания). Наиболее часто сердце выслушивается с помощью фонендоскопа и стетофонендоскопа в положении лежа, стоя и после физической нагрузки. Для правильной оценки данных аускультации используют точки наилучшего выслушивания клапанов (для *митрального клапана* – область верхушечного толчка; для *клапанов аорты* – второе межреберье справа по краю грудины; для *клапанов легочного ствола* – второе межреберье слева по краю грудины; для *трехстворчатого клапана* – нижний край грудины, основание мечевидного отростка).

ТЕМА: Артериальное давление и пульс.

Давление крови - сила, с которой кровь давит на стенки сосуда (оно зависит от работы сердца, сопротивления сосудов, их диаметра и длины, вязкости крови).

Систолическое (максимальное) давление – регистрируется во время систолы (в среднем в плечевой артерии его величина от 110 до 140 мм.рт.ст., зависит преимущественно от работы сердца).

Диастолическое (минимальное) давление – регистрируется во время диастолы (в среднем в норме составляет около 60-90 мм.рт.ст., зависит преимущественно от состояния сосудов).

Пульсовое давление - разница (математическая) между величиной систолического и диастолического давления (чем дальше от сердца, тем пульсовая разница давления уменьшается - в артериолах исчезает).

Среднединамическое давление - выражает энергию, с которой движется кровь, оно обеспечивает движение крови по сосудам (является результирующей всех колебаний давления по ходу сосудистой системы, в норме от 90 до 100 мм рт.ст.).

Артериальный пульс – или толчок, колебание артериальной стенки, обусловленное систолическим повышением давления в артериях (исследуется пальпаторно и с помощью прибора сфигмографа: при пальпаторном исследовании это надо делать на двух руках одновременно и в одном и том же положении пациента от первоначального исследования; на *сфигмограмме* - различают: подъем – *анакроту* (соответствует систоле желудочков), *катакроту* (соответствует в самом начале медленному изгнанию крови из желудочков, остальная часть – диастоле желудочков), *дикроту* (на катакроте есть дикротический подъем, обусловленный возвратом крови к сердцу во время диастолы и ударом ее о полулунные клапаны).

Клиническая характеристика пульса: складывается из ряда показателей:

частоты (количество ударов в минуту, в норме 60-80; по частоте пульс может быть *частый* – *тахикардия*, *редкий* – *брадикардия*; частый наблюдается при физической нагрузке, увеличении температуры; редкий – наблюдается у спортсменов, у тренированных людей; частота изменяется с возрастом; у новорожденных – 130-140 ударов в минуту), определяется пальпаторно и по сфигмограмме, ЭКГ и других показателях работы сердечно-сосудистой системы;

ритма пульса – при одинаковых интервалах между пульсовыми волнами пульс называется *ритмичным*; при разных интервалах – *аритмичным* (*нерегулярным*), аритмия может возникнуть у практически здоровых людей при интенсивной мышечной нагрузке, термальных процедурах (ритм пульса можно оценить пальпаторно и на сфигмограмме);

скорость пульса – это интенсивность, с которой повышается давление в артерии во время подъема пульсовой волны и вновь снижается во время спада; различают *быстрый* пульс (может быть при физической работе) и *медленный* (наблюдается при обмороке); лучше всего определяется на сфигмограмме;

высота пульса – различают *высокий* (он же *быстрый*) и *низкий* (он же *медленный*) пульс; определяется на сфигмограмме;

напряжение пульса – определяется пальпаторно, это сила или степень сопротивления сосудистой стенки сдавливанию ее пальцем; различают *твердый и мягкий* пульс;

наполнение пульса – складывается из величины высоты пульса и его напряжения (чем больше систолическое давление, плюс объем крови и высота пульса, тем сильнее его наполнение – такой пульс называют *полным*; если пульс малый по величине, он, как правило, является и *пустым*; при массивном кровотечении, коллапсе, шоке пульс может стать *нитевидным*), определяют наполнение пульса пальпаторно.

Капиллярный пульс – пульс Квинке или псевдопульс – ритмические колебания мелких артериол при систоле (его легко обнаружить при прикладывании и оставлении стеклянной пластинки от губ).

Венный пульс – колебания давления и объема в венах за время одного сердечного цикла, связанные с динамикой оттока крови в правое предсердие в разные фазы систолы и диастолы. Эти колебания передаются ретроградно и их можно обнаружить в крупных, близко расположенных к сердцу венах – обычно полных и яремных (скорость такого пульса 1-3 м/с). Этот пульс регистрируется прибором и такая кривая называется *флебограммой*. На ней различают три волны: первая волна – «а» – возникает во время систолы правого предсердия, в этот момент отток крови из вен к сердцу прекращается и давление в них возрастает, когда предсердие расслабляется и кровь снова начинает поступать в его полость, давление в вене падает и кривая возвращается к исходному уровню, однако падение давления прерывается новой волной – «с» – по времени она совпадает с пульсом соседней сонной артерии и отражает колебание ее стенки; после такого кратковременного подъема давление продолжает равномерно падать, что происходит в связи с непрерывным оттоком в предсердие, находящееся в это время в диастоле; после заполнения предсердий давление в венах вновь начинает повышаться и все это вызывает появление третьей полой волны – «v».

ТЕМА: Роль сосудов в кровообращении. Законы гемодинамики.

Физиологическая (функциональная) классификация сосудов. Исходя из функционального назначения сосуды подразделяют на: *эластические* – это аорта, легочная артерия и другие крупные сосуды; *мышечные* – средние и мелкие артерии; *резистивные* – сосуды сопротивления – концевые артерии и артериолы; *обменные* – капилляры и *емкостные* – вены.

Движение крови по сосудам подчиняется закономерностям, в основе которых используются законы гидродинамики; раздел гидродинамики, который изучает причины, условия и механизмы движения крови в системе кровообращения называют *гемодинамикой* или *законами гемодинамики*.

Одностороннее движение крови по сосудам – обеспечивается разностью давления в начале и в конце сосудистой системы.

Непрерывность кровотока – связана с эластичностью сосудов.

Ламинарный кровоток – кровь движется отдельными слоями параллельно оси сосуда.

Турбулентный кровоток – кровь движется с характерными завихрениями (в местах разветвлений и сужений сосудов, в участках изгибов сосудов).

Объемная скорость - характеризует количество крови, протекающее через поперечное сечение сосуда за единицу времени (в разных регионах она разная и изменяется в связи с функциональным состоянием органов), измеряется в мл/мин.

Линейная скорость – передвижение частиц крови вдоль сосуда при ламинарном кровотоке, выражается в м/с (в аорте – 0,2-0,5 м/с; артериях – 0,2-0,4 м/с; в капиллярах – 0,5-1,0 мм/с; в венах – 0,25 м/с.).

Скорость кругооборота - отражает время, за которое частица крови проходит большой и малый круг кровообращения (в среднем она равна 14-20 с).

Капиллярный кровоток - предназначен для транкапиллярного обмена; движение жидкости через капиллярную стенку происходит в результате разности гидростатического давления крови и окружающей ткани, а также под действием разности онкотического давления крови и межклеточной жидкости (скорость *филтрации* жидкости в норме практически должна быть равной скорости ее *реабсорбции*). Если онкотическое давление снижено (например, при голодании), то преобладает давление филтрации и жидкость поступает в ткани, вызывая развитие *отеков*.

Венозный кровоток – осуществляется за счет разности давления в артериальном и венозном конце системы кровообращения, остаточной силы сердца, присасывающего действия грудной клетки (*дыхательный насос*), сокращения скелетных мышц (*мышечный насос*), давления диафрагмы.

Реограмма – кривая, характеризующая кровенаполнение сосудов; заостренная или зазубренная вершина волны указывает на значительное повышение тонуса сосудов. Закругленные и уплощенные реографические волны, сглаженность или отсутствие дополнительных волн на нисходящей части кривой, нерегулярность появления, указывает на потерю сосудистой стенкой эластических свойств; высокая венозная волна, превышающая по высоте артериальный подъем кривой, указывает на появление венозного застоя.

Метод оценки гемодинамики пульпы зуба называется *реодентографией*, а тканей пародонта – *реопародонтографией*.

ТЕМА: Регуляция деятельности сердца.

Деятельность сердца регулируется нервным и гуморальным путем.

Нервный путь регуляции включает в себя: *условно-рефлекторный* и *безусловно-рефлекторный*.

Условно-рефлекторный – представляет собой изменения в работе сердца в ответ на те или раздражители в процессе становления организма (например,

изменение работы сердца в предэкзамнационной ситуации, у болельщиков на стадионе и т.п.).

Безусловно-рефлекторный - может осуществляться по механизму *внутрисердечной и экстракардиальной нервной регуляции*.

Внутрисердечная нервная регуляция является автономной (осуществляется метасимпатической нервной системой сердца), результатом деятельности ее более 20 медиаторов является изменение ритма сердечных сокращений, поддержание стабильности наполнения кровью артериальной системы. Внутрисердечные рефлексы выполняют защитную роль в организме.

Экстракардиальная нервная регуляция - обеспечивается специальными механизмами, в которых задействованы различные отделы мозга (кора, ствол, продолговатый, спинной мозг) и вегетативная нервная система (от ее функциональной активности, в конечном счете, зависит работа сердца).

Парасимпатические влияния: отрицательный *хронотропный эффект* (замедление сердечного ритма), отрицательный *инотропный эффект* (снижение амплитуды сокращений), отрицательный *батмотропный эффект* (снижение возбудимости сердечной мышцы), отрицательный *дромотропный эффект* (снижение скорости проведения), отрицательный *томотропный эффект* (снижение тонуса миокарда).

Симпатические влияния: все эти же эффекты, но только *положительные*.

К рефлексам, которые регулируют деятельность сердца можно отнести целую группу реакций, связанных с работой различных рецептивных зон: *от рецепторов растяжения в устье полых вен – рефлекс Бейбриджа* (при повышении давления крови в полых венах возникает рефлекторное уменьшение тонуса блуждающего нерва и усиление тонуса симпатического, что и приводит к усилению работы сердца); *от рецепторов брюшины – рефлекс Гольца* (вагусный рефлекс с проявлением замедления сердечной деятельности); *от рецепторов глазных яблок – рефлекс Даниши-Ашнера* (вагусный рефлекс, приводит к замедлению сердечной деятельности).

Гуморальный механизм регуляции сердца - осуществляется биологически активными веществами, выделяющимися в кровь из эндокринных желез (*адреналин, глюкогон, тироксин, кортикостероиды*), а также ионным составом межклеточной жидкости (*ионы кальция – возбуждают, ионы калия – снижают работу сердца*).

ТЕМА: Регуляция кровообращения.

Базальный тонус сосудов – это состояние тонического напряжения, в котором они находятся постоянно; оно обеспечивается миогенными факторами. В основе базального тонуса лежит способность некоторых гладкомышечных клеток сосудов к спонтанной активности и распространению возбуждения от клетки к клетке с формированием ритмических колебаний тонуса. Это особенно четко выявляется в артериолах, метартериолах, прекапиллярных сфинктеров. Этот тонус

неодинаков в разных сосудистых бассейнах, он способен поддерживать объемную скорость кровотока на постоянном уровне независимо от колебаний системного артериального давления (почки, сердце, мозг).

Рефлекторная регуляция сосудистого тонуса – осуществляется за счет сосудодвигательного центра (спинной мозг, продолговатый, гипоталамус, кора), состоящего из нейронов *прессорной и депрессорной зон*.

Условно-рефлекторная регуляция тонуса сосудов - формирование условных рефлексов, направленных на регуляцию тонуса сосудов и работы сердца (студент в предэкзаменационный период, спортсмен перед стартом и т.п.).

Безусловно-рефлекторная регуляция тонуса сосудов – это рефлексы, возникающие от различных рецептивных зон. Они подразделяются на *собственные* (начинаются и заканчиваются в системе кровообращения) и *сопряженные* (начинаются в любой другой системе и заканчиваются в системе кровообращения).

Собственные рефлексы – подразделяются на: *прессорецептивные* (берут начало от различных зон сосудов – синокаротидной зоны, дуги аорты, легочной артерии и других - при повышении давления в них; далее поступают в депрессорный отдел продолговатого мозга, а от него к гладким мышцам сосудов и снижают их тонус), *хеморецептивные* (начинаются от хеморецепторов тех же зон при изменении в крови концентрации кислорода, углекислого газа, водорода, а от них к прессорному отделу центра сердечно-сосудистой системы и сосудам).

Сопряженные рефлексы – подразделяются на: *проприоцептивные* (возникают при работе опорно-двигательного аппарата во время физических нагрузок, от этих рецепторов информация идет в прессорный отдел), *интероцептивные* (от рецепторов различных внутренних органов, например, эпигастральный рефлекс – надавливание на подложечную область приводит к активации депрессорного отдела центра сердечно-сосудистой системы и падению тонуса сосудов), *экстероцептивные* (с различных участков поверхности тела – тактильных, температурных, болевых).

Гуморальная регуляция сосудистого тонуса - связана с мозговым и корковым слоем надпочечников (*адреналин, норадреналин* – на сосуды кожи, органов пищеварения, почек, легких – оказывают *сосудосуживающее* действие; на сосуды скелетных мышц, гладкой мускулатуры бронхов – *сосудорасширяющее*; *альдостерон* – усиливает чувствительность стенок сосудов к влиянию адреналина и норадреналина), задней доли гипофиза (*вазопрессин* – вызывает сужение артерий и артериол брюшной полости и легких; и расширяет сосуды сердца и мозга), клеток ЮГА - юктагломерулярного аппарата почек (*ренин* – действует на ангиотензиноген и переводит его в ангиотензин-1, далее под влиянием карбоксипептина – фермента легких, почек и мозга – превращается в ангиотензин-2, который вызывает вазоконстрикцию и уменьшение кровотока в почках, кишечнике, коже и увеличение в мозгу, сердце и надпочечниках), *гистамин* (расширяет сосуды сердца, печени, кишечника), *серотонин*

(увеличивает тонус сосудов), *брадикардии* (расширяет сосуды кожи, скелетных мышц, мозговые и коронарные сосуды), *простагландины* (одни усиливают, другие уменьшают тонус сосудов).

Сосуды челюстно-лицевой области - меняют свой просвет под влиянием миогенных *местных* (особенно этот механизм важен для обеспечения жизнедеятельности пульпы зуба), *гуморальных* (на этом основано добавление адреналина при анестезии в полости рта), *нервных* факторов (нервный механизм обусловлен поступлением импульсов от сосудисто-сердечного центра по нервным волокнам, отходящим от верхнего шейного симпатического узла).

ТЕМА: Внешнее дыхание.

Внешнее дыхание – осуществляет газообмен между наружной и внутренней средой организма (между воздухом и кровью). Внешнее дыхание осуществляется циклически, один дыхательный акт состоит из фазы вдоха и выдоха. *Акт вдоха* – сопровождается увеличением объема грудной клетки во всех направлениях (за счет диафрагмы – при ее смещении на 1 см происходит ее увеличение на 200-300 мл; сокращения наружных косых межреберных и межхрящевых мышц), увеличением объема легких, снижению в них давления, оно становится ниже атмосферного и воздух попадает в легкие. *Акт выдоха* – в обычных условиях осуществляется пассивно за счет силы тяжести грудной клетки, эластической тяги перекрученных во время вдоха реберных хрящей, давления органов брюшной полости.

Пневмоторакс – состояние, когда давление в плевральной щели становится равным атмосферному давлению и легкие спадаются (наблюдается при повреждении легких).

Общая емкость легких (ОЕЛ) – количество воздуха, находящегося в легких после максимального вдоха (величина ее составляет от 4200 до 6000 мл).

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) – количество воздуха, которое выходит из легких при максимальном глубоком выдохе после максимального глубокого вдоха (в норме у мужчин – 4000-4800 мл, у женщин – 3300-4000 мл). ЖЕЛ состоит из: *дыхательного объема (ДО)* – объема воздуха вдыхаемого и выдыхаемого в состоянии покоя - в норме 400-500 мл, *резервного объема вдоха (РОВд)* – дополнительного воздуха входящего при максимальном вдохе после обычного вдоха – в норме составляет от 1900 до 3300, *резервного объема выдоха (РОВыд)* – дополнительного воздуха выходящего при максимальном выдохе после обычного выдоха – в норме составляет от 1200 до 2000 мл.

Объем вредного пространства – часть воздуха, которая остается в воздухоносных путях (носовые ходы, полость рта, носоглотки, придаточные пазухи носа, гортань, трахея, бронхи) и не попадает в легкие (не принимает участия в газообмене) – его величина около 140-200 мл.

Минутный объем (МО) – количество воздуха, вдыхаемого и выдыхаемого в течение минуты; зависит от величины ДО и частоты дыхания. Определяется перемножением ДО на частоту дыхания (16-20 в минуту).

Для **стоматологов** изучение внешнего дыхания важно с позиции нормального формирования пищевого комка, глотания и речеобразования. В формировании пищевого комка, жевании и глотании важное значение имеют процессы дыхания. Дыхательная система человека принимает участие в создании звуков речи (речевое дыхание, что очень важно учитывать при конструировании и создании зубных протезов, особенно, людям, использующим в работе речь – артисты, певцы, лекторы, дикторы, педагоги).

ТЕМА: Легочная вентиляция. Газообмен. Транспорт газов кровью.

Вентиляция легких – это процесс обновления газового состава альвеолярного воздуха, обеспечивающего поступление в них кислорода и выведение избыточного количества углекислого газа. Интенсивность вентиляции определяется глубиной и частотой дыхания, вредным пространством.

Переход газов – осуществляется благодаря градиенту *парциального давления* (часть давления газа в смеси газов). *Парциальное давление кислорода* в атмосфере составляет около 159 мм.рт.ст. В альвеолах оно находится в пределах 102-105 мм.рт.ст. В венозной крови, подтекающей к альвеолам парциальное давление кислорода равно около 40 мм.рт.ст., т.е. градиент давления для кислорода между альвеолами и кровью составляет около 60 мм.рт.ст. *Парциальное давление углекислого газа* в тканях достигает 60 мм.рт.ст., в венозной крови, оттекающей от тканей, оно равняется 46 мм.рт.ст., в альвеолах (куда подтекает венозная кровь) оно составляет 38 мм.рт.ст. В атмосфере его величина совсем небольшая – 0,2 мм.рт.ст.

Перенос кислорода. В состоянии покоя за 1 минуту кровью переносится 300-350 мл кислорода (обеспечивает эту возможность переноса большая поверхность альвеол – от 60 до 100 м² и быстрая диффузионная способность кислорода – при разнице давления между альвеолами и кровью в 1 мм.рт.ст за 1 минуту может диффундировать до 200 мл кислорода; разница же составляет около 60 мм.рт.ст, что означает возможность диффундирования 12 000 мл кислорода за минуту).

Частично кислород способен растворяться в крови (в 100 мл крови до 0,3 мл кислорода, т.е. во всей крови около 15 мл). В основном кислород переносится с помощью гемоглобина, это его соединение с ним называется *оксигемоглобин*. 1 г гемоглобина может переносить 1,31 мл кислорода, а 100 мл крови (14-16 г гемоглобина) – 18-21 мл кислорода. Этот показатель называется *кислородная емкость крови* (количество кислорода, переносимые 100 мл крови до ее полного насыщения). Количество образуемого оксигемоглобина зависит от парциального напряжения кислорода в крови (при 10 мм.рт.ст. образуется 10%, при 20 мм.рт.ст.-

30%, при 40 мм.рт.ст. – 70%, при 70 мм.рт.ст – 90%, при 100 мм.рт.ст.- 95-96%). Если по этим цифрам построить график, то мы получим *кривую диссоциации оксигемоглобина*. При анализе этой кривой можно убедиться в том, что при падении парциального напряжения кислорода в крови до 80-70 мм.рт.ст. количество образуемого оксигемоглобина падает на небольшую величину; венозная кровь богата оксигемоглобином, в крови имеется *артерио-венозная разница* в содержании оксигемоглобина (25-26%).

Сдвиг кривой диссоциации оксигемоглобина влево – наблюдается при снижении температуры, увеличении рН, уменьшении содержания углекислоты в крови (это происходит в тот момент, когда кровь подтекает к легким, у новорожденных, у жителей горных районов). Смысл этого сдвига состоит в том, чтобы при меньшем парциальном давлении кислорода в атмосфере больше образовывать оксигемоглобина в крови.

Сдвиг кривой диссоциации оксигемоглобина вправо – наблюдается при повышении температуры, уменьшении рН, увеличении содержания углекислоты (это происходит в тот момент, когда кровь подтекает к тканям). Смысл этого сдвига сводится к тому, чтобы при том же парциальном напряжении кислорода меньше образовалось оксигемоглобина и свободный кислород переходил в ткани, например, при мышечной работе, лихорадке.

Перенос углекислого газа кровью – частично он в небольших количествах (около 3-6%) может переноситься в растворенном виде; в основном он переносится в виде углекислоты, бикарбоната калия, бикарбоната натрия и в соединении с гемоглобином (*карбогемоглобин*).

Карбоангидраза – фермент эритроцитов усиливает образование углекислоты в крови когда она подтекает к тканям и, наоборот, вызывает ее диссоциацию при притекании крови к альвеолам (в результате чего углекислый газ переходит в альвеолы).

Артерио-венозная разница содержания углекислого газа – в артериальной крови напряжение углекислого газа составляет около 40 мм.рт.ст, в венозной – около 46.мм рт.ст. Т.е. в крови, после выхода углекислого газа в альвеолы, остается его большое количество. Это необходимый фактор регуляции дыхания.

ТЕМА: Регуляция дыхания.

Дыхательный нервный центр – основная часть расположена в продолговатом мозгу, где выделяют *инспираторный* (центр вдоха) и *экспираторный* (центр выдоха) его отделы. В передней части варолиева моста обнаружена область, названная *пневмотаксическим центром*. Важной частью дыхательного нервного центра является группа шейного отдела спинного мозга (III-IV шейные сегменты), где расположены ядра диафрагмальных нервов.

Один из путей возбуждения дыхательного нервного центра – *автоматия* (предполагают, что в нервных клетках дыхательного центра возможно

возникновение вторичной деполаризации, которая достигая критического уровня и дает нервный импульс). Главный путь возбуждения дыхательного нервного центра его раздражение углекислотой (через *хеморецепторы*), поступающей в него с кровью, спинномозговой жидкостью.

Рефлекторная регуляция дыхания – все рефлексы, обеспечивающие регуляцию дыхания, можно разделить на собственные и сопряженные.

Собственные рефлексы дыхания – это рефлексы, берущие начало в системе дыхания и в ней же заканчивающиеся (*с механорецепторов растяжения легких* – при растяжении легких во время вдоха возрастает от них частота импульсов и это приводит к торможению вдоха и переходу к выдоху; *с ирритантных рецепторов воздухоносных путей, трахеи и бронхов* – кашель, чихание – срочный выдох на вдох; *с юстакапиллярных рецепторов* – расположены вблизи капилляров альвеол и дыхательных бронхов, от них импульсы направляются по блуждающему нерву, вызывая появление частого поверхностного дыхания; *от проприорецепторов межреберных мышц* – осуществляются во время вдоха и направлены на выдох; *от проприорецепторов диафрагмы* – осуществляются в ответ на сокращение во время вдоха, в результате наступает выдох). Общим для всех этих рефлексов является то, что все они осуществляются во время вдоха и заканчиваются выдохом.

Сопряженные рефлексы дыхания – это рефлексы, которые начинаются за пределами (сопряженный рефлекс системы кровообращения и дыхания – *синакаротидный хеморецептивный* – осуществляется при накоплении углекислого газа в крови и приводит к усилению деятельности системы кровообращения и выдоху; *экстероцептивный рефлекс* от тактильных, температурных, болевых рецепторов; *проприоцептивный рефлекс* – осуществляется при физической работе, когда возникает потребление кислорода).

Максимальное потребление кислорода (МПК) – наибольшее количество кислорода, которое организм может поглотить за 1 минуту при предельно тяжелой для него работы (работа, при которой человек достигает своего уровня МПК, должна длиться не более 3 минут).

Аэробная производительность организма – это способность человека совершать очень тяжелую физическую работу, обеспечивая свои энергетические расходы за счет кислорода, поглощаемого непосредственно во время работы (хорошо тренированный человек может работать при потреблении кислорода на уровне 90-95% от уровня своего МПК не более 10-15 минут).

Кислородный запрос – то количество кислорода, которое требуется для работы (при тяжелой физической работе он может достигать до 15-20 л в минуту и более). Однако максимум потребления кислорода при этом в два-три раза меньше и работа мышц может быть обеспечена при его недостаточном поступлении в организм. Вместе с тем, в этом случае образуется много кислых продуктов и для их ликвидации нужен кислород. То количество кислорода, которое требуется для окисления этих продуктов называется **кислородный долг** (он возникает во время

работы и ликвидируется благодаря накоплению углекислоты, которая вызывает усиление дыхания и дополнительный приток кислорода).

Гипоксическая глухота – это ослабленная реакция на гипоксию у жигелей горных районов, вследствие чего легочная вентиляция поддерживается почти на том же уровне, что и живущих на равнине.

Кессонная болезнь – состояние (боли в суставах, головокружение, одышка, потеря сознания), возникающее у людей, работающих в условиях повышенного давления (водолазные работы, ныряльщики). На глубине в крови начинает растворяться азот и при быстром подъеме из глубины он не успевает выделяться из крови, газовые пузырьки вызывают эмболию сосудов (поэтому азот в смесях воздуха заменяют нерастворимыми газами – гелием, например).

МОДУЛЬ 3. ФИЗИОЛОГИЯ ВИСЦЕРАЛЬНЫХ СИСТЕМ: ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН, ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ, ПИЩЕВАРЕНИЕ, ВЫДЕЛЕНИЕ.

ТЕМА: Основной обмен энергии.

Энергетический обмен – это получение энергии в доступной для него форме из окружающей среды и возвращение в среду соответствующее количество энергии в форме, пригодной для дальнейшего использования.

Основной обмен – это уровень метаболических процессов в организме, необходимый для обеспечения его жизнедеятельности в условиях максимального ограничения произвольной деятельности. Энергия основного обмена расходуется на обеспечение непрерывной деятельности сердца, дыхательной мускулатуры, осуществление функций нервной системы, постоянно идущий синтез веществ, поддержание температуры тела, работу почек и желез внутренней секреции.

Определение основного обмена производят в *стандартных условиях*: утром, в положении лежа, при температуре комфорта (около 22⁰), натощак (через 12-14 часов после приема пищи).

Норма основного обмена – для взрослого человека массой около 70 кг величина основного обмена составляет в сутки: для мужчин – 1700 ккал, для женщин – 1500 ккал.

Внутренние факторы, влияющие на величину основного обмена – *пол* (у мужчин основной обмен выше, чем у женщин); *возраст* (в детском возрасте он более высокий, к 12 годам его величина приближается к величинам взрослых; после 30 лет – снижается); *масса тела и рост*; *условия и характер питания* (на уровень обмена оказывает влияние потребление и дальнейшее переваривание питательных веществ, особенно это касается белков; усиление под влиянием пищи интенсивности обмена веществ и увеличение энергетических затрат организма относительно уровня обмена и энергозатрат, имевших место до приема пищи, называется **специфически-динамическим действием пищи**; это действие пищи

может продолжаться до 12-18 часов, оно наиболее выражено при приеме белковой пищи, повышающей интенсивность обмена веществ до 30%, и, менее значительный, при приеме смешанной пищи, повышающей интенсивность обмена на 6-15%; у грудных детей специфически-динамическое действие пищи приблизительно на 30% слабее, чем у взрослых; белковая пища вызывает повышение основного обмена у детей на 15-18%, у взрослых на 30%.; углеводная на 10% (у взрослых- на 15%), жирная – на 5%(у взрослых- на 15%).; *степень развития мускулатуры; состояние эндокринных желез (особенно щитовидной, гипофиза и половых); состояние нервной системы и внутренних органов.*

Внешние факторы, влияющие на величину основного обмена – температура окружающей среды (если температура становится ниже комфортной, основной обмен возрастает); **барометрическое давление, влажность воздуха и его состав, воздействие лучистой энергии, время суток** (утром обмен веществ повышается, а ночью – понижается, что связано с функционированием эндокринной системы), **сезон года** (зимой обменные процессы протекают более активно, чем летом).

Изменение основного обмена более чем на 10% может служить диагностическим признаком таких состояний организма, как нарушение функции щитовидной железы, выздоровление после тяжелых и длительных заболеваний, интоксикации и шок.

Калорический эквивалент кислорода – количество тепла, образующегося в организме при потреблении им 1 л кислорода(например, при сгорании углеводов он равен 5,05 ккал/л).

Прямая биокалориметрия – основана на измерении количества тепла, непосредственно рассеянного организмом в теплоизолированной камере (принцип метода основан на первом законе термодинамики – вся работа переходит в тепло).

Непрямая биокалориметрия - основана на измерении количества потребленного организмом кислорода и последующем расчете энергозатрат с использованием данных о величинах *дыхательного коэффициента* (ДК, это отношение объема выделенного углекислого газа к объему поглощенного кислорода, например, для глюкозы он равен 1,0) и *калорического эквивалента кислорода*.

ТЕМА: Общий обмен энергии.

Общий обмен – состоит из *основного обмена и рабочей прибавки* (это то количество энергии, которое расходуется на произвольную деятельность, т.е. выполнение физической и умственной работы).

В зависимости от интенсивности энергозатрат, связанных с тяжестью выполняемой работы за сутки, все население может быть разделено на несколько групп.

Группа	Мужчины	Женщины
1 – служащие	2500-2800 ккал	2200-2400 ккал
2-лица, занятые механизированным трудом	2800-3000 ккал	2400-2600 ккал
3-лица, занятые частично механизированным трудом	3000-3200 ккал	2600-2700 ккал
4-лица, занятые немеханизированным трудом	3200-3700 ккал	2700-3200 ккал
5-лица, занятые тяжелой физической работой	3800-4300 ккал	-
6-неработающие пенсионеры	2500-2800 ккал	2200-2400 ккал

ТЕМА: Терморегуляция

Теплообмен – между организмом и внешней средой является неотъемлемым условием существования организма.

Пойкилотермные (изменчивые) – организмы не способные поддерживать температуру тела на постоянном уровне (это холоднокровные – амфибии, рептилии и другие).

Гомойотермные (подобные, одинаковые) – организмы способные поддерживать температуру тела на относительно постоянном уровне с суточными и сезонными колебаниями (теплокровные).

Химическая терморегуляция – осуществляется путем усиления или ослабления интенсивности тканевого и клеточного метаболизма и выражается в изменении количества теплообразования. Различают два типа термогенеза: *сократительный* (связан с терморегуляционной активностью мышц в результате чего человек при изменении температуры меняет позу – сворачивается в клубок, а при резком охлаждении – испытывает дрожь) и *несократительный* (связан с активацией специальных источников тепла – бурой жировой ткани, имеющей больше митохондрий в сравнение с белым жиром).

Физическая терморегуляция – осуществляется за счет изменений теплоотдачи. Отдача тепла в организме происходит несколькими путями: *теплоизлучением* (выделение тепла организмом за счет инфракрасного излучения с поверхности тела, по этому механизму передача тепла составляет до 60%), *теплопроводностью и конвекцией* (непосредственная отдача тепла прилегающим к коже предметам и воздуху, по этому механизму организм теряет до 15% тепла), *испарением* (это способ рассеивания тепла в окружающую среду за счет его затраты на испарение пота или влаги с поверхности кожи и слизистых оболочек, этим путем организм теряет до 19-20% тепла).

Терморегуляция – это поддержание постоянства температуры. Осуществляется по принципу саморегуляции с участием термальных (холодовых, тепловых) рецепторов и центра терморегуляции (расположен в ядрах гипоталамуса), а также гормонов норадреналина и адреналина (стимулируют энергообмен во всех тканях, в том числе и бурой жировой ткани – несократительный термогенез) и тиреоидных гормонов (выделение которых увеличивается при охлаждении).

Гипотермия – снижение температуры тела (при снижении температуры ниже 35° происходит нарушение поведения, до 31° – он теряет сознание, а при $24-26^{\circ}$ – смерть).

Гипертермия – повышение температуры тела (при возрастании температуры тела до $39-41^{\circ}$ может начаться бред, при $41-43^{\circ}$ – тепловой удар и выше 43° – смерть).

Роль полости рта в теплообмене и терморегуляции – температура слизистой оболочки полости рта зависит от испарения слюны во время дыхания через рот. Слизистая и слюна в системе терморегуляции обеспечивают выравнивание температуры пищи, поступающей в организм. Термометрия слизистой, зубов важна с позиции использования термальных лечебных факторов в полости рта, а также при формировании полостей в зубах и препарировании зуба под коронку.

ТЕМА: Пищеварение в полости рта.

Специфические функции ротовой полости:

-оценка степени пригодности пищи – осуществляется системой рецепторов (хемо-, механо-, термо-, вкусовых рецепторов):

-оценка вкусовых качеств пищи – осуществляется при участии вкусовых рецепторов, а также рецепторов обоняния:

-механическая обработка пищи – жевание (осуществляется при участии жевательных мышц); этот процесс изучают методами мастикоциграфии, электромиографии и с помощью различных проб (*мастикоциограмма* – состоит из 5 фаз- состояние покоя, введения пищи в рот, ориентировочное жевание, фаза основного жевания, формирование пищевого комка и глотание); глотание (сложный рефлекторный акт включает три фазы – ротовую произвольную, непроизвольную и пищеводную непроизвольную);

-начало химической обработки пищи – осуществляется за счет пищеварительных ферментов слюны (амилаза – расщепляет крахмал до декстринов, а затем мальтозы; мальтаза – расщепляет мальтозу до глюкозы):

-всасывание – вода слюны, лекарственные вещества, яды.

Неспецифические функции полости рта:

-участие в формировании поведенческих реакций – связана с поиском пищи;

-участие в регуляции системы кровообращения, выделения, дыхания и других – связано с мощной рефлексогенной зоной ротовой полости;

-участие в поддержании гомеостаза – кислотно-щелочного равновесия, температуры тела, осмотического давления;

-защитные функции организма – осуществляется за счет лизоцима, отмывания слюны при попадании отвергаемых веществ, путем участия в гемостазе (прокоагулянты, антикоагулянты и фибринолитические компоненты слюны);

-экскреторные функции – способность слюнных желез выводить из организма некоторые лекарственные вещества;

-участие в гуморальной регуляции физиологических функций – в слюнных железах вырабатываются биологически активные вещества, поступающие в кровь и регулирующие моторную и секреторную активность желудочно-кишечного тракта, влияющие на сосудистый тонус, эритропоэз и другие;

-участие в артикуляции и речи – связана с работой губ, языка, мягкого неба, зубов.

Чем полноценнее акт жевания, чем лучше измельчена, перемолота и перетерта пища, поступающая из ротовой полости в желудок, тем более качественно протекает процесс пищеварения в других отделах пищеварительного тракта.

Регуляция моторной и секреторной функции полости рта начинается с общего афферентного пути (основным рецептивным полем для этого является слизистая полости рта), центр этой функции находится в продолговатом мозгу и представлен верхними и нижними ядрами, тесно взаимосвязанными с центрами потоотделения, дыхания, кровообращения и другими; эфферентный путь представлен волокнами парасимпатических и симпатических нервов; при преобладании функции симпатического нерва слюноотделение уменьшается, а парасимпатического – увеличивается.

ТЕМА: Пищеварение в желудке.

В желудке пища находится от 2 до 10 часов и подвергается в нем химической и механической обработке.

Функции желудка: *депонирование пищи* (в желудке пищевые массы перемешиваются с желудочным соком и небольшими порциями поступают в 12-перстную кишку), *химическая обработка пищи* (за счет ферментов желудочного сока), *механическая обработка пищи* (за счет сокращения гладкой мускулатуры), *всасывание* (лекарственные вещества, вода, алкоголь), *экскреторная* (с желудочным соком в полость желудка выделяются метаболиты - мочевины, мочевая кислота, креатин, креатинин), *инкреторная* (в желудке образуются гормоны, принимающие участие в регуляции желудочных и других

пищеварительных желез – гастрин, гистамин, соматостатин, мотилин и другие), *защитная* (бактерицидное и бактериостатическое действие желудочного сока), *поддержание гомеостаза* (за счет участия в водно-солевом обмене).

Химическая обработка пищи в желудке – осуществляется за счет действия желудочного сока. *Желудочный сок* содержит: *соляную кислоту* (способствует превращению пепсиногена в пепсин, обеспечивает оптимальную реакцию среды при действии пищеварительных ферментов, денатурирует белки, вызывает их набухание, обеспечивает бактериостатические свойства желудочного сока, створаживает молочные продукты, нейтрализует ферменты слюны, стимулирует моторную деятельность желудка, способствует образованию гормонов секретина и гастрина, стимулирует секрецию фермента энтерокиназы), *органические вещества* (лизозим, муцин, аминокислоты, уреазу, конечные продукты азотистого обмена – молочная кислота, мочевая кислота, мочевина, креатинин), *пищеварительные ферменты* (протеолитические – пепсин, пепсин С или гастринсин, пепсин В или парапепсин, пепсин Д или ренин – все они расщепляют белки; липолитические – липаза; амилолитические – амилаза). Желудочный сок, после приема различных пищевых продуктов, отличается по составу и количеству. Регуляция его выделения осуществляется в три фазы: *сложнорефлекторной* (комплекс условных и безусловных рефлексов – обуславливает высокую кислотность и большую протеолитическую активность), *нейрогуморальной* (принимает участие блуждающий нерв, местные интрамуральные рефлексы, ацетилхолин, гастрин, гистамин), *кишечной* (за счет секретина, энтерогастрина 12 перстной кишки).

Моторная деятельность желудка обусловлена сокращением гладкой мускулатуры, которая обладает способностью к спонтанной активности – *автоматии*. В наполненном пищей желудке различают три вида движений: *пропульсивная перистальтика* (направлена на передвижение пищевых масс), *непропульсивная перистальтика* (направлена на перемешивание пищи – наблюдается в течение 1 часа после приема пищи), *тонические сокращения* (характерные в основном для пилорического сфинктера и препятствуют передвижению химуса). Регулируется механическая работа желудка в результате механического раздражения и растяжения стенок желудка (происходит активация блуждающего нерва, который и усиливает моторику), гуморальным путем – гастрин, гистамин, мотилин, серотонин, инсулин (усиливают моторику); адреналин, норадреналин, энтерогастрон, глюкагон (ослабляют моторику).

Переход содержимого желудка в 12-перстную кишку происходит порционно под воздействием следующих факторов: *консистенции желудочного содержимого* (жидкая пища уходит из желудка), *осмотического давления химуса* (гипертонические растворы задерживают эвакуацию), *степени наполнения 12-перстной кишки* (при ее растяжении эвакуация пищи из желудка задерживается). Регуляция этих процессов осуществляется нервным (блуждающий нерв усиливает

переход пищи) и гуморальным (энтерогастрин – ускоряет, эитерогастрон – замедляет) путем.

ТЕМА: Пищеварение в двенадцатиперстной кишке.

Пищеварение в 12-перстной кишке зависит от функции печени (выделение желчи) и поджелудочной железы (выделение поджелудочного сока).

Роль печени в пищеварении заключается, прежде всего, в желчеобразовании и желчевыделении. *Желчь* – это секрет и экскрет, с pH 7,8-8,6, количество желчи в сутки – 0,6-1,2 л. Она состоит из воды (97,5%), сухого остатка (2,5%). Сухой остаток содержит: *желчные кислоты* (первичные – холесвая и хенодесоксихолесвая и вторичные – дезоксихолесвая, литохолесвая), *желчные пигменты* (билирубин и биливердин).

Значение желчи в пищеварении: *принимает участие в инактивации пепсина* (смена желудочного пищеварения на кишечное), *активирует липазу поджелудочного сока* (создает оптимальную среду для ее действия), *эмульгирует жиры* (снижая поверхностное натяжение капелек жира), *способствует всасыванию жирорастворимых витаминов* (Д,Е,К), *усиливает гидролиз белков и углеводов* (способствует также их всасыванию), *регулирует работу пилорического сфинктера* (благодаря щелочной реакции), *стимулирует моторику тонкого кишечника* (кишечных ворсинок), *принимает участие в пристеночном пищеварении* (создает благоприятные условия для фиксации ферментов на кишечной поверхности), *стимулирует секрецию поджелудочной железы и тонкой кишки*, *предупреждает развитие гнилостных процессов* (бактериостатическое действие на кишечную микрофлору).

Желчеобразование происходит непрерывно: *усиливается* при повышении тонуса блуждающего нерва, при приеме пищи, при опорожнении желчного пузыря, под влиянием секретина, глюкагона, гастрина, холецистокинина. *Желчевыделение* осуществляется порционно и регулируется блуждающим нервом (усиливается) и симпатическим (ослабляется), гуморально (секретин, глюкагон, гастрин, холецистокинин – усиливают желчевыделение).

Роль поджелудочной железы в пищеварении связана с выделением поджелудочного сока. Он представляет собой бесцветную жидкость с pH 8,0-8,5, в количестве 1,5-2,0 л в сутки. В его состав входят ферменты: *протеолитические* – трипсин (выделяется в неактивной форме в виде трипсиногена и активируется в 12-перстной кишке под влиянием энтерокиназы), химотрипсин (активируется трипсином); *амилолитические* (амилаза, мальтаза, лактаза, сахараза, инвертаза); *липолитические* (липаза – неактивна, активируется желчью в 12-перстной кишке).

Регуляция секреции сока поджелудочной железы осуществляется *рефлекторно* (условно-рефлекторно – на вид, запах пищи; безусловно-рефлекторно от рецепторов полости рта, желудка и 12-перстной кишки импульсы идут в продолговатый мозг и через блуждающий нерв к железе – усиливает

секрецию) и гуморально (гормоны - секретин, холецистокинин, гастрин, инсулин, бомбесин усиливают, а гормоны – глюкагон, кальцитонин, соматостатин – угнетают ее).

ТЕМА: Пищеварение в кишечнике. Всасывание.

Пищеварение в тонком кишечнике осуществляется под влиянием сока, образуемого в либеркиновых железах (в сутки выделяется около 1,8 л кишечного сока, рН 7,5-8,0), клетки кишечного эпителия обновляются через 3 суток. Кишечный сок содержит более 20 пищеварительных ферментов (*протеолитические* – пептидазы: аминопептидазы, дипептидазы, нуклеотидазы и другие; *амилолитические* – лактаза, сахараза, амилаза, мальтаза, инвертаза; *липолитические* – липаза, фосфолипаза и другие).

Регуляция секреции кишечного сока в основном осуществляется при местном воздействии (механическое раздражение слизистой, продукты переваривания, вазоактивный интестинальный пептид).

Пристеночное пищеварение - осуществляется в зоне щеточной каймы на микроворсинках, где активные центры ферментов ориентированы определенным образом по отношению к мембране и полости тонкой кишки. В результате этого мембранное пищеварение обеспечивает сопряжение конечных этапов переваривания пищевых веществ и начальных этапов всасывания.

Моторная функция кишечника весьма разнообразная, различают несколько типов движения тонких кишок: *маятникообразный* (предназначен для перемешивания пищи), *перистальтический* (предназначен для продвижения содержимого по кишечнику), *тонический* (способствует функциональному разграничению различных отделов и препятствует обратному движению пищевых масс). Моторная функция тонкого кишечника усиливается при превалировании тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, действию ацетилхолина, энтерогастрина, секретина, желчи.

Пищеварение в толстом кишечнике носит ограниченный характер (в основном все перерабатывается в тонком кишечнике), в нем содержится бактериальная флора (вызывает процессы брожения, гниения), формируются каловые массы, синтезируется витамин К (особенно это важно для новорожденных).

В толстом кишечнике весьма многообразна *моторная функция* (тонические, маятникообразные, перичастальтические и антиперистальтические движения).

Всасывание – сложный физиологический процесс, включающий такие реакции, как – *фильтрацию* (зависит от величины гидростатического давления, создаваемого сокращением гладких мышц кишечника), *диффузию* и *осмос* (закон осмоса можно объяснить всасывание воды из гипотонических растворов). Белки всасываются в виде аминокислот, жиры – жирных кислот и глицерина, углеводы – глюкозы, фруктозы, галактозы. Всасывание

осуществляется во всех отделах пищеварительного тракта (в полости рта – вода, лекарственные вещества и яды; в желудке – вода, лекарственные вещества, алкоголь, частично белки; в тонком кишечнике – практически все продукты расщепления; в толстом кишечнике – вода, лекарственные вещества).

ТЕМА: Выделение. Механизм образования и выделения мочи.

Выделение – это часть обмена веществ, осуществляемая путем удаления из организма конечных и промежуточных продуктов метаболизма. Органы выделения: *кожа* (обеспечивает работу потовых, сальных и молочных желез), *печень и пищеварительный тракт* (с желчью экскретируются конечные продукты обмена; со слюной выделяются многие продукты обмена; желудок и кишечник выводят в составе соков продукты метаболизма и вредные вещества), *легкие* (удаляют из внутренней среды летучие метаболиты). Основным органом выделения являются *почки* – образующие и выделяющие мочу и вместе с ней подлежащие удалению из организма вещества.

Образование мочи – происходит в почках из крови, начинается этот процесс с *ультрафильтрации плазмы крови* в почечных клубочках (в этом процессе важную роль играет фильтрующая мембрана – состоит из трех слоев клеток – эндотелия капилляров, базальной мембраны и подоцитов; фильтрационное давление – создается благодаря разнице гидростатического давления в капиллярах и сумме давлений, препятствующих фильтрации – онкотического и давления ультрафильтрата) в результате чего образуется первичная моча (до 180 л в сутки). Второй этап мочеобразования – *канальцевая реабсорбция и секреция* (проксимальная реабсорбция обеспечивает полное всасывание глюкозы, белков, аминокислот, воды и других; дистальная реабсорбция обеспечивает всасывание ионов и воды).

Противоточно-поворотный механизм почек – эпителий нисходящего отдела петли Генле хорошо пропускает воду, а эпителий восходящего отдела петли Генле – активно переводит ионы натрия из первичной мочи в тканевую жидкость. Результат деятельности этой системы – образование конечной мочи, в этом определенная роль отводится и канальцевой *секреции* (активный транспорт эпителием канальцев в мочу веществ, содержащихся в крови или образуемых в самих клетках канальцевого эпителия – ионов калия, водорода, органических кислот, аммиака и других). Конечной мочи образуется до 0,7 до 2,0 л.

Мочевыделение осуществляется в следующем порядке – вначале моча поступает в лоханки, далее в мочеточники и мочевого пузырь (физиологический объем около 250-40 мл). Заполняя его, она растягивает стенки и это вызывает рефлексорные реакции, направленные на мочевыделение.

афферентная информация в крестцовый отдел спинного мозга, оттуда через эфферентные волокна – парасимпатический нерв – информация достигает мочевого пузыря и мочеспускательного канала, вызывая сокращение гладких мышц стенки мочевого пузыря и расслабление сфинктеров шейки мочевого пузыря и мочеспускательного канала.

ТЕМА: Роль почек в поддержании гомеостаза.

Водно-солевой гомеостазис – это количество поступающих в организм жидкости и солей, объемы внеклеточных и внутриклеточных водных пространств, содержание в них отдельных электролитов и осмотическое давление, выделение воды и солей почками. При *ограничении приема воды* происходит дегидратация внутренней среды организма, что сопровождается повышением осмотического давления плазмы крови и внеклеточной жидкости. Это приводит к раздражению осморцепторов, возникновению осморегулирующих рефлексов и жажды.

Осморегулирующие рефлексы начинаются от периферических (в интерстициальном пространстве тканей, кровеносных сосудах печени, сердца, пищеварительного тракта, почек, селезенки – в основном это *натриорецепторы*) и центральных осморцепторов (клетки супраоптического ядра гипоталамуса), далее по блуждающим нервам к центрам осморегуляции (передний гипоталамус). Эфферентное звено включает как вегетативные нервы, так и гормональные сигналы. Эти рефлексы увеличивают нейросекрецию и содержание в крови вазопрессина и атриопептида. Вазопрессин повышает в почках проницаемость дистальных канальцев и собирательных трубочек для воды и она пассивно реабсорбируется по осмотическому градиенту. Атриопептид ведет к повышенному выведению натрия из крови, что устраняет увеличение осмотического давления.

Жажда – это субъективное ощущение, является одной из основных биологических мотиваций, обеспечивающих поддержание жизнедеятельности, ее формирование связано с возбуждением *питьевого центра* (гипоталамус). Его возбуждение связано с повышением осмотического давления крови, уменьшением объема циркулирующей крови, действием мозговых нейропептидов (натрийуретического, ангиотензина, окситоцина, вазопрессина).

Избыточный прием воды ведет к гипергидратации, уменьшению осмотического давления и концентрации натрия в плазме. Вследствие этого уменьшается выработка вазопрессина, в почках стенки дистальных канальцев и собирательных трубочек остаются непроницаемыми для воды. Задержка воды в крови снижает ее осмотическое давление и вода выходит в ткани – формируются *отеки*.

Гомеостазис обменных процессов – это *метаболическая функция* почек. Участие почек в процессе обмена веществ в организме обеспечивается экскрецией субстратов и метаболитов (пептиды с малым молекулярным весом,

денатурированные белки), глюконеогенезом (ткань почки приводит к новообразованию глюкозы).

Гомеостазис артериального давления – осуществляется почками за счет: *ренин-ангиотензин-альдостероновой системы* (регулирует тонус кровеносных сосудов); *экскреции* большинства гормональных и физиологически активных веществ, обладающих выраженными сердечно-сосудистыми эффектами; образовании веществ *депрессивного действия* (нейтральный депрессорный липид мозгового вещества, простагландины, кинины); *экскреции* воды и электролитов; *диуреза* – повышение давления ведет к увеличению диуреза.

Почки, гемостаз и фибринолиз – в почках синтезируются вещества, влияющие на гемостаз и фибринолиз (урокиназа).

МОДУЛЬ 4: ВЫСШИЕ ИНТЕГРАТИВНЫЕ ФУНКЦИИ

ТЕМА: Общая характеристика сенсорных систем. Сомато-сенсорная система. Физиологические основы боли и обезболивания.

Сенсорные системы – это анализаторы, которые обеспечивают взаимоотношение организма с окружающей внешней и внутренней средой. Каждый анализатор состоит из трех отделов – *периферического* (рецепторного – осуществляет восприятие информации), *проводникового* (представлен афферентными нервами) и *центрального* (мозгового – где осуществляется обработка возбуждения и формирование ответа).

Сомато-сенсорная система – это система, обеспечивающая связь организма с внешней средой через кожные покровы и видимые слизистые оболочки. Она состоит из трех категорий рецепторов: *тактильных* (механорецепторов – создают тактильную чувствительность, ощущения; афферентные волокна несут информацию в соответствии с видами чувствительности через спинальные центры, далее по волокнам задних столбов к стволу мозга и зрительному бугру); *терморецепторов* (чувствительных к холоду и теплу и проводят информацию через задние рога спинного мозга, далее через белое вещество столбов мозга к зрительному бугру и разные области коры); *ноцицепторов* (болевая чувствительность).

Ноцицепторы – голые нервные окончания, передают сигналы по тонким миелинизированным волокнам, а далее в составе передне-бокового пучка восходят по спино-таламическому пути к ядрам таламуса и коры. *Боль* – это постоянный спутник жизни человека, это сторожевой пес здоровья, это защита организма (пока она предупреждает о грозящей опасности – она приносит пользу). В механизме возникновения боли важная роль отводится биологически активным веществам: *гистамину* (накапливается в тканевой жидкости, омывает нервные окончания – особенно много его выделяется при мигрени, стенокардии, ожогах, инфаркте), *серотонину* (принимает участие в восприятии боли, формировании

болсового поведения), *кининам* (это полипептиды, синтезируемые в тканях, действующие непосредственно на нервные окончания, вызывая острую боль).

Антиболевая система – это *эндорфины* (образуются в гипофизе), *энкефалины* (гормоны пептиды – соматостатин, окситоцин и другие).

ТЕМА: Зрительная и слуховая сенсорная система.

Зрительная сенсорная система – представляет собой совокупность защитных, оптических, рецепторных и нервных структур, воспринимающих и анализирующих световые раздражители. Основные характеристики светового стимула: *тон* (соответствует цвету и изменяется с изменением длины волны света), *насыщенность* (означает количество монохроматического света, добавление которого к белому свету обеспечивает получение ощущения, соответствующего длине волны добавленного монохроматического света, содержащего только одну частоту): *яркость* (связана с его интенсивностью).

Острота зрения – минимальное различимое глазом угловое расстояние между двумя объектами (точками), зависит от освещенности (при дневном свете она максимальна; в сумерках и темноте – падает).

Восприятие света – зависит от длины волны света, падающего на глаз; нарушение восприятия – *цветовая слепота или дальтонизм*.

Бинокулярное зрение – это участие обоих глаз в формировании зрительного образа.

Периферический отдел зрительного анализатора представлен рецепторами (*фоторецепторами* – *палочками и колбочками*), они находятся в пигментном слое и повернуты от пучка падающего света таким образом, что их светочувствительные концы спрятаны в промежутках между сильно пигментированными эпителиальными клетками. Зрительный пигмент *родопсин* содержится только в палочках. В колбочках находятся другие зрительные вещества – *иодопсин, хлоролаб, эритлаб*. Колбочки функционируют при ярком свете и воспринимают цвет, палочки воспринимают свет и обеспечивают зрительное восприятие при слабой освещенности.

Проводниковый отдел зрительного анализатора – зрительный нерв (перекрещиваются в области основания черепа, где переходят на противоположную сторону), часть из них вместе с перекрещенными аксонами второго зрительного нерва образуют *зрительный тракт*. Нервные волокна зрительного тракта подходят к следующим структурам мозга: ядрам верхних бугров четверохолмия – средний мозг, ядрам латерального колленчатого тела – таламус, ядрам гипоталамуса и глазодвигательным нервам. От них информация идет в кору.

Слуховая сенсорная система – совокупность механических, рецепторных и нервных структур, воспринимающих и анализирующих звуковые колебания.

Звуки делят на *тоны* (гармонические колебания) и *шумы* (это частоты, не находящиеся в гармонических отношениях).

Наружное ухо – это рупор для концентрации звуков.

Среднее ухо – это система косточек (молоточек, наковальня и стремечко) для передачи колебаний воздуха, полученных от барабанной перепонки.

Внутренне ухо – выполняет функцию рецептора (стремечко вдавливает эластическую мембрану овального окна, передавая давление в полость улитки через движение жидкости – перилимфы, внутри улитки находится эндолимфа, а на основании мембраны – *фонорецепторы*; движение основной мембраны вызывает деформацию волосковых клеток на рецепторах и это является стимулом для их возбуждения).

Проводниковый отдел анализатора от рецепторов передает информацию по аксонам нервных клеток спирального ганглия и передается в слуховой центр продолговатого мозга. Далее импульс поступит к ядрам верхней оливы и здесь отмечается *первый перекрест слуховых путей*. Подавляющееся большинство волокон от продолговатого мозга переключается на клетках нижних холмов и переходят на противоположное полушарие (*второй перекрест*), на корковом уровне осуществляется *третий перекрест*.

Бинауральный слух – восприятие звуков с двух сторон.

ТЕМА: Процессы образования и торможения условных.

Поведение человека включает два типа реакций *генотипический* (обусловленный генной программой) и *фенотипический* (обусловленный взаимодействием генотипа и условий среды или индивидуально приобретенный, основанный на обучении).

Наследственно закрепленные формы поведения – это *безусловные рефлексы* (или инстинкты – в их организации пусковую роль играют внешние стимулы, их деятельность контролируется внутренними потребностями организма, они осуществляются на основе мотивации – голод, жажда, ярость, страх), все они характеризуются определенным поведением, являются врожденными, видовыми. В их осуществлении главная роль принадлежит стволу мозга и подкорковым образованиям.

Приобретенные формы поведения – это *условные рефлексы* (формируются при определенных условиях индивидуальной жизни организма и исчезают при их отсутствии, отличаясь этим, от безусловных рефлексов), они могут быть *натуральными* (например, условные рефлексы на время кормления) или *искусственными* (вырабатываются позднее натуральных, например, слюноотделение на вид, запах пищи). Условные рефлексы образуются благодаря многократному сочетанию индифферентного раздражителя со стимулом, вызывающим безусловный рефлекс. Между стимулом и реакцией в процессе образования условного рефлекса формируется функциональная связь. Условный

раздражитель должен предварять действие безусловного, биологическая значимость условного раздражителя должна быть меньше безусловного, сила раздражителей должна быть определенной величины. Условные рефлексы характеризуются относительным непостоянством (одни закрепляются, другие исчезают и вновь восстанавливаются). Это связано с торможением условных рефлексов.

Торможение условных рефлексов – *внешнее* (возникает, когда при действии условного раздражителя на организм действует другой, например, на звук звонка в аудитории прекращается восприятие других звуков – голоса лектора и т.п.), *внутреннее* (приобретается в процессе жизнедеятельности; *угасительное* – вырабатывается после отмены подкрепления условного стимула; *дифференцировочное* – способствует различию сходных по природе сигналов; *запаздывающее* – образуется при ситуации, когда условный раздражитель значительно опережает подкрепление и последнее запаздывает).

ТЕМА: Методы исследования активности головного мозга (электроэнцефалография). Биологические ритмы.

Электроэнцефалография – регистрация биоэлектрической активности головного мозга. Изменения электрической активности головного мозга могут развиваться при поражении самого мозга и при поражении любых органов и систем организма.

Электроэнцефалограмма – это запись биоэлектрической активности мозга. Она представляет из себя ряд ритмов:

альфа-ритм (8-13 кол/сек, до 100 мкв амплитуда; регистрируется в спокойном состоянии бодрствующего взрослого человека, характерен для большинства здоровых людей при закрытии глаз),

бета-ритм (выше 13 кол/сек, до 5-15 мкв, характерен для большинства здоровых людей),

дельта-ритм (1-3 кол/сек, до 200 мкв и более; регистрируется во сне),

тета-ритм (4-7 кол/сек, до 100 мкв и более; регистрируется в детском возрасте).

Биологические ритмы – это гармония, соразмерность, периодически повторяющиеся явления. *Высокочастотные биоритмы* – от нескольких мск до 30 мин (ритм дыхания, работы сердца и другие). *Биоритмы средней частоты* – ультрадианные (до 20 часов), циркадианные (20-28 часов), инфрадианные (более 28 часов), циркасептаные (до 7 суток) – это сон и бодрствование, окологлобальные изменения обмена веществ, гормонов и т.п. *Биоритмы низкой частоты* – до месяцев, лет – сезонные, годовые, солнечные и другие.

Хронограмма – работа организма в соответствии с биоритмами, *хронотерапия* – учет биоритмов при назначении лекарственных препаратов и других форм терапии.

ТЕМА: Функциональная система поведения (физиология эмоций, памяти, мышления и речи).

Эмоции – язык чувств, присущий человеку и животным. Они выражаются *внутренними (субъективными)* признаками (радость, горе, наслаждение, отвращение, ненависть, любовь) и *внешними (объективными)* признаками (мимика, жестикация, голосовые и вегетативные реакции). Эмоции полярные (положительные и отрицательные).

Положительные эмоции: *удовольствие – радость* (удовольствие – это индивидуальное проявление, зависящее от труда, мастерства, поиска; радость – наиболее желанное состояние, его умножает умеренность); *интерес-ажитация* (важная эмоция для формирования навыков, интеллекта, творчества, труда, мастерства).

Отрицательные эмоции: *дистресс-горе* (вызывает их неудача, разлука), *отращение-омерзение* (часто связаны с пищевой мотивацией – не вкусно, дурно пахнет), *гнев-ярость* («закипает кровь», лицо пышет жаром: гнев – это смелость и страх, ярость – чувство храбрости и совершение подвига), *пренебрежение-презрение* (эмоции, подготавливающие встречу с противником), *удивление-испуг* (это подготовка к новому действию, неожиданному событию), *стыд-робость-унижение* (мотивирует желание спрятаться, исчезнуть; если поведение не соответствует эталону и осуждается – это должно вызывать стыд), *страх-ужас* (сигнализирует о реальной или воображаемой опасности; страх – наиболее труднопереносимая эмоция; трус – испытывает страх всегда, храбрец – не остается у его власти).

Эмоциональное напряжение развивается стадийно – *приспособительная* (за счет этой реакции повышаются внутренние резервы организма и мы имеем возможность выполнять какой-то вид работы), *стенническая* (отрицательная часть напряжения с его ростом во время работы и использованием всех резервов – вегетативная буря, повышение давления, увеличение сердцебиения и т.п.), *астеническая* (отрицательная часть напряжения, тормозящая энергетические и интеллектуальные возможности, приводящие к страху, ужасу, тоске, депрессии), *невроз* (это срыв высшей нервной деятельности и болезнь).

Память – одно из основных свойств нервной системы (усвоение информации, ее сохранение и ее воспроизведение). Память тесно связана с обучением. *Генотипическая память (врожденная)* – обуславливает становление безусловных рефлексов, инстинктов. *Фенотипическая память* – это обработка и сохранение информации, приобретаемой в процессе индивидуального развития личности. *Иконическая (мгновенная) память* – удерживает точную и полную картину, воспроизводимую органами чувств (образ предмета) до 0,1-0,5 сек. Она может перейти в *кратковременную* (это оперативная память обеспечивает выполнение текущих поведенческих и мыслительных операций, продолжается

секунды и минуты – очень важна в плане отбора информации). *Долговременная память* – удерживает огромный объем информации.

Механизм памяти очень сложен и до конца не известен: клеточно-молекулярная теория (зависит от нейромедиаторов и связана с изменениями в синапсах), участие информационных молекул (нуклеиновых кислот и белков), иммунохимический механизм (взаимодействие антигена и антител).

Мышление – это отражение в сознании человека общих свойств тех или иных предметов и явлений, а также связей между ними. В процессе мышления выделяют: *анализ* – различие сходных раздражителей (начинается с рецепторов – в основе лежит дифференцировочное торможение), *синтез* – объединение раздражителей (условные рефлексy высшего порядка), *сравнение* – черты сходства и отличия предметов и явлений (все познается в сравнении), *обобщение* – объединение общих свойств предметов и явлений (формируются закономерности), *классификация* – распределение информации по группам, классам и т.п.

Речь – важна для формирования мышления, с возникновением речи у человека появилась новая система раздражителей в виде слов, обозначающих различные предметы, явления окружающего мира (*вторая сигнальная система* – слово, обозначающее воздействие).

Конкретное мышление – осуществляется на основе непосредственных ощущений и впечатлений; *абстрактное мышление* – оперирование словами, где слово представляет мышление и интеллектуальные функции человека – она проявляется у человека, когда он может абстрагировать понятия. Отрываясь от конкретной действительности. Мышление – это по сути речь (беззвучная, выражение работы речевого механизма, механизма письма, у глухонемого – механизма жестов). Понимание словесных раздражителей связано с функцией *доминирующего речевого полушария – левого*.

ТЕМА: Функциональная асимметрия головного мозга.

Человек имеет два полушария – правое и левое -, выполняющие разные функции, но совместно обеспечивающие целенаправленное поведение. Полушария связаны между собой пучками волокон (мозолистое тело).

Правое полушарие – контролирует и регулирует сенсомоторные и двигательные функции левой половины тела. Обеспечивает конкретно-образное мышление, имеет дело с невербальным материалом, отвечает за определенные навыки в обращении с пространственными сигналами, за структурно-пространственные преобразования, способность к зрительному и тактильному распознаванию предметов. С правым полушарием связаны музыкальные способности.

Каждое полушарие обладает собственными ощущениями. Восприятием, мыслями, идеями, характеризуется раной эмоциональной оценкой идентичных

событий, Каждое полушарие располагает собственной цепью воспоминаний и усвоенных знаний, недоступных для другого полушария

Левое полушарие участвует в основном в аналитических процессах, оно база для логического мышления. Левое полушарие обеспечивает речевую деятельность, ее понимание и построение, работу со словесными символами. Оно превосходит правое также в способности понимать речь. Речевые функции у правой преимущественно локализованы в левом полушарии и лишь у 5% - в правом. У 70% леворуких центр речи, также как и у праворуких, в левом полушарии. У 15% леворуких центр речи в правом полушарии.

Существует и эмоциональная асимметрия полушарий. Временное выключение левого полушария вызывает сдвиг в сторону отрицательных эмоций (ухудшается настроение, появляется пессимизм, человек жалуется на свое состояние). При выключении правого полушария – наоборот. Эмоциональное состояние благодушия, безответственности, беспечности, возникающие под влиянием алкоголя, связывают с его преимущественным воздействием на правое полушарие мозга. Распознавание мимики в большей степени связано с правым полушарием.

Для лиц с доминантным правым полушарием характерна повышенная тревожность, нейротизм. Преобладание функций левого полушария, определяемого по группе двигательных, зрительных и слуховых методик, сочетается с низкими значениями тревожности.

ТЕМА: Типы высшей нервной деятельности.

Темперамент – категория поведенческая; это совокупность формальных, динамических характеристик поведения. Он является результатом взаимодействия двух факторов: наследственного и средового (влияние среды, воспитание только изменяет привычки, навыки, но не преобразует темперамент).

Сангвиник – *сильный* (о силе судят по скорости образования и упрочения условного рефлекса, скорости выработки дифференцировки и соответствует закону силовых отношений), *уравновешенный* (об уравновешенности судят по скорости выработки положительных и отрицательных условных рефлексов), *подвижный* (о подвижности судят по скорости переделки дифференцировки – если это происходит быстро, то тип называют подвижным).

Холерик – *сильный, неуравновешенный, подвижный.*

Флегматик – *сильный, уравновешенный, малоподвижный.*

Меланхолик – *слабый.*

Собственно-человеческие типы - *художественный* (преобладает первая сигнальная система действительности – доминирует правое полушарие мозга), *мыслительный* (преобладает вторая сигнальная система действительности – доминирует левое полушарие мозга), *смешанный* (нет преобладания какой-либо из этих систем).

Экстраверты – сангвиник (*стабильный*), холерик (*нестабильный*).

Интроверты – флегматик (*стабильный*), меланхолик (*нестабильный*).

ТЕМА: Трудовая деятельность. Теория развития утомления.

Физический труд – включает *динамическую работу* (имеет место тогда, когда в физическом смысле происходит преодоление сопротивления на определенном расстоянии – перенос предметов, переход от объект к объекту труда, перемещение рычагов управления и т.п.) и *статическую работу* (характеризуется тем, что и без укорочения и после начального укорочения мышцы, работающее звено тела не преодолевает никакого расстояния).

Умственный труд – включает мыслительный и эмоциональный компоненты.

Работоспособность – это свойство человека на протяжении длительного времени и с определенной эффективностью выполнять максимальное количество физической или умственной работы. Она изменяется на протяжении рабочей смены и подразделяется на: *фазу вработывания* (во время этой фазы повышается активность ЦНС, возрастает уровень обменных процессов в организме работающего, усиливается деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем), *фазу относительно устойчивой работоспособности* (характеризуется оптимальным уровнем функционирования обеспечивающих работу систем организма), *фазу снижения работоспособности* (связана с развитием утомления), *фазу вторичного повышения работоспособности* (в ее основе лежат условно-рефлекторные механизмы, связанные с предстоящим концом работы)

Утомление – функциональное состояние человека, временно возникающее под влиянием продолжительной и интенсивной работы и приводящее к снижению ее эффективности. Причины утомления несколько: процессы, происходящие в *нервно-мышечном синапсе* (блокада проведения нервных импульсов), *недостаточность кальциевых механизмов мышечных клеток* (снижение рН, уменьшение запасов креатинфосфата и гликогена, увеличение температуры мышц – задерживают выход ионов кальция), *изменения в самих работающих мышцах* (истощение энергетического ресурса, накопление в мышцах продуктов метаболизма, недостаточность кровоснабжения мышц).

ТЕМА: Адаптация организма.

Адаптация – от латинского слова *adaptatio* – приноравливание – развитие новых биологических свойств у организма, обеспечивающих жизнедеятельность при изменении внешней среды или параметров организма.

Внешние факторы, влияющие на адаптацию -- природные, производственные, бытовые, социальные.

Внутренние факторы, влияющие на адаптацию – половое созревание, беременность, старость, болезнь, утомление.

Генотипическая адаптация – на основе наследственной изменчивости, мутаций и естественного отбора сформировались современные виды животных.

Фенотипическая адаптация – развивающийся в ходе индивидуальной жизни процесс, в результате которого организм приобретает отсутствовавшую ранее устойчивость к определенному фактору внешней среды и таким образом получает возможность жить в новых условиях.

Адаптация – это необходимый и естественный фактор индивидуального развития. Имеется много видов адаптации. Среди них важное значение имеет адаптация к физическим нагрузкам.