

9. АНАТОМИЯ.

Введение

Анатомия - наука о форме и строении живых организмов. В частности, анатомия человека изучает форму и строение человеческого тела и различных его органов. Слово «анатомия» происходит от греческого *anatomo* - рассекаю. Физиология изучает процессы, происходящие в живых организмах: деятельность различных органов и функции всего организма в целом. Название физиология происходит от двух греческих слов: *physis* - природа и *logos* - учение.

Анатомия и физиология тесно связаны друг с другом. Строение живого организма и его деятельность неотделимы друг от друга и взаимообусловлены. Все органы в живом организме связаны между собой, находятся в постоянном взаимодействии, представляют сложную систему. Существование организма и его жизнедеятельность всецело зависят от условий окружающей среды. И.П.Павлов указывал на постоянное приспособление деятельности организма к изменению окружающей среды - «уравновешивание между организмом и внешней средой».

Отрывочные сведения по анатомии и физиологии были известны в глубокой древности, но они не носили систематического характера. Знаменитому греческому мыслителю и врачу Гиппократу (460-377 гг. до н.э.) принадлежит несколько трудов по медицине, в которых имеются отдельные сведения по анатомии и физиологии. В Римской империи выдающимся врачом был Клавдий Гален (131-201 гг. н.э.). Он производил эксперименты и вскрывал трупы. Средние века характеризуются застоем в науке и в медицине. Только отдельным ученым удалось внести свой вклад в науку. Таким человеком был таджикский ученый, врач и философ великий Ибн-Сина (Авиценна), живший в 980-1037 гг. н.э. В его знаменитой книге «Канон медицины» содержатся все медицинские сведения того времени, в том числе и данные по анатомии и физиологии.

Возникновение и становление анатомии и физиологии как научных дисциплин произошло в эпоху Возрождения и было связано с общим развитием естествознания в период формирования буржуазного общества. Основателем анатомии был ученый Андрей Везалий (1514-1564). Изучая строение человеческого тела (вскрывая трупы), он написал труд «О строении человеческого тела». Становление физиологии как науки связано с именем английского врача Вильяма Гарвея (1578-1657 гг.), открывшего кровообращение. Дальнейшее развитие анатомии и физиологии определялось новыми методами научных исследований и общим развитием науки. Создателем общей теории анатомии является Биша (1771-1802 гг.), который в книге «Общая анатомия» объединил по функциональным признакам разрозненные ранее представления о тканях, органах и системах органов. Очень важным для развития физиологии явилось открытие рефлекса в первой половине XVII в французским философом Декартом. Существовавшие в XVII-XVIII вв. метафизические представления в науке и философии наложили глубокий отпечаток на изучение физиологических проблем: все явления в природе рассматривались как постоянные и неизменные. Эволюционное учение Ч. Дарвина нанесло сильнейший удар метафизическому взгляду на природу. Он доказал, что весь современный органический мир - растения и животные - а, следовательно, и человек, являются продуктами процесса развития, длившегося миллионы лет. В XIX и XX вв. наука сделала большие успехи, в том числе и в медицине. Значительных успехов достигла и физиология.

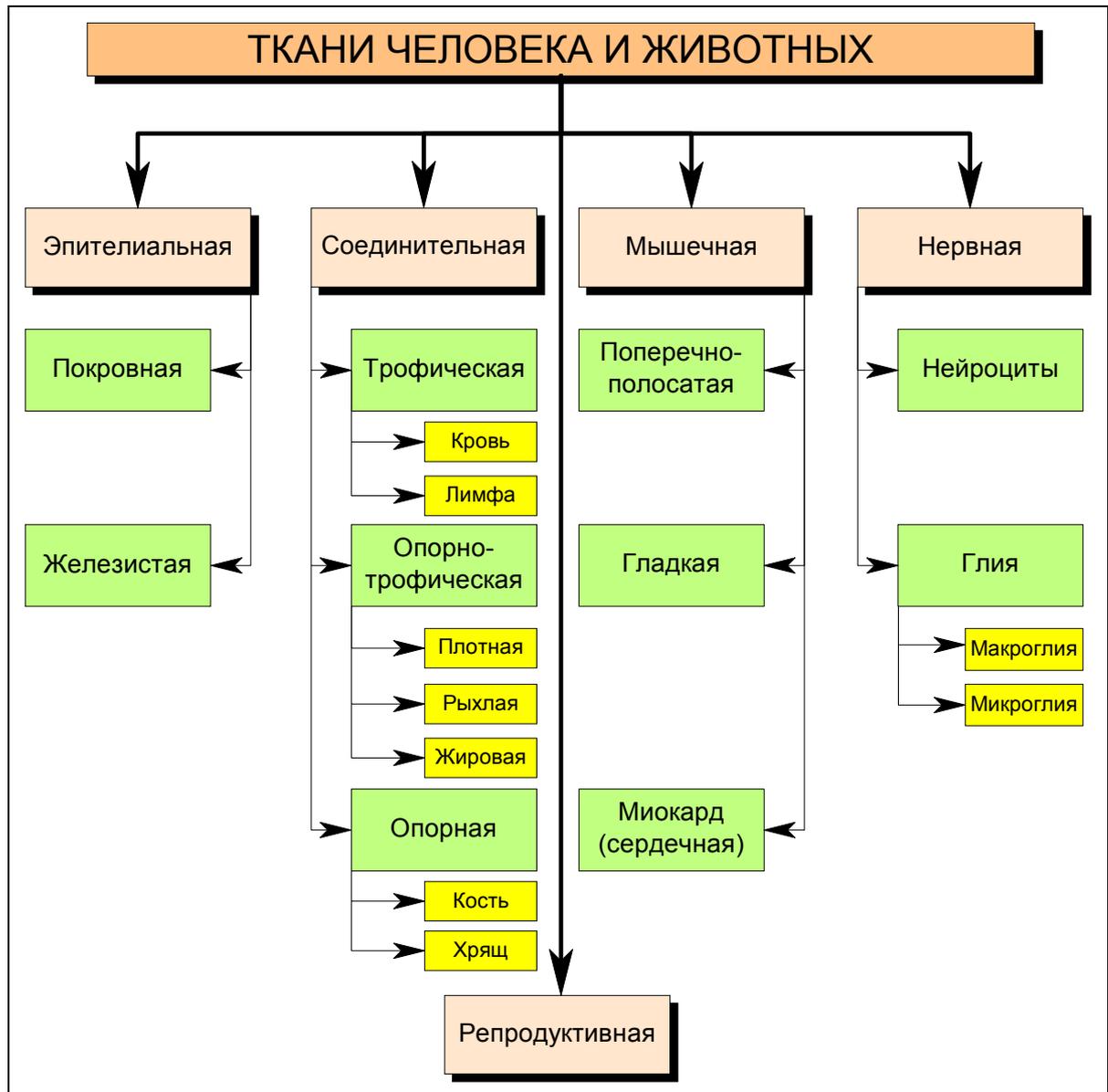
С XVIII в. (при Петре I) в России началась систематическая подготовка медицинских работников. В XIX в. в области анатомии и физиологии работало много русских ученых. Большое влияние на развитие отечественной анатомии оказали труды П. А. Загорского, И. В. Буильского, Н. И. Пирогова. Гениальный русский ученый Н. И. Пирогов (1810-1881 гг.) работал в области хирургии, анатомии и других разделов медицины. Он разработал основы топографической (взаиморасположение) анатомии. Большой вклад в развитие внесли П. Ф. Лесгафт (1837-1909 гг.), В. П. Воробьев (1876-1937 гг.), В. Н. Тонков (1872-1954 гг.) и многие другие, а в развитие физиологии - В. А. Басов, Н. А. Миславский, В. Ф. Овсянников, А. Я. Кулябко, С. П. Боткин и др. Особую роль в развитии физиологии сыграли И.М. Сеченов и И. П. Павлов. Исключительное значение имела книга И. М. Сеченова (1829-1905 гг.) «Рефлексы головного мозга» (1863 г.), в которой впервые высказано положение, что вся деятельность головного мозга носит рефлекторный характер. И. П. Павлов (1849-1936 гг.) за более чем 60-летнюю научную деятельность разработал ряд различных проблем физиологии, оказавших большое влияние на развитие не только медицины, но и биологии в целом. Он сделал величайшие открытия в различных разделах физиологии - кровообращении, пищеварении и изучении работы больших полушарий головного мозга. В трудах И. П. Павлова найдено блестящее подтверждение высказанная И. М. Сеченовым мысль о рефлекторном характере деятельности органов. Особое значение имеют исследования И. П. Павлова, посвященные изучению коры головного мозга. Он установил, что в основе деятельности коры головного мозга лежит процесс образования условных рефлексов.

В настоящее время в изучении различных проблем строения и жизнедеятельности тканей и органов человека и живой материи принимают участие не только морфологи и физиологи, но и химики, физики, математики и др. Комплексные исследования дают возможность более глубокого понимания функционирования организма человека в постоянно меняющихся условиях окружающей среды, а также в экстремальных ситуациях.

Организм представляет единую систему, в которой клетки и межклеточное вещество образуют ткани, ткани образуют органы, а органы объединены в системы. Все составляющие связаны друг с другом и взаимно друг на друга влияют. В основе жизнедеятельности всего организма лежит обмен веществ, включающий два взаимосвязанных процесса: усвоение питательных веществ (ассимиляцию) и распад органических веществ (диссимиляцию). Взаимосвязь между различными системами органов проявляется и в согласованном изменении их деятельности. Усиление деятельности одного органа или системы органов сопровождается изменениями в других системах. Регуляция функций клеток, тканей и органов (т.е. целостность организма) и единства организма и внешней среды осуществляются нервной системой и гуморальным путем (через кровь). Следовательно существуют два механизма регуляции функций - нервная и гуморальная. Осуществляются эти два механизма по принципу саморегуляции, т.е. автоматически. Благодаря этому поддерживаются сравнительно постоянные условия, в которых протекает деятельность клеток и тканей организма или, другими словами, сохраняется постоянство внутренней среды. В процессе эволюции выработано много приспособлений, поддерживающих определенный состав внутренней среды, необходимый клеткам любого организма. Этот принцип кратко сформулирован в известном афоризме Клода Бернара: «Постоянство внутренней среды есть условие свободной жизни». Другими словами, для того чтобы организм мог существовать в изменяющихся условиях внешней среды, он должен быть приспособлен к регуляции состава своей внутренней среды. Для обозначения этой тенденции к поддержанию постоянства внутренней среды Уолтером Кэнноном был введен термин гомеостаз. Согласованная деятельность всех систем органов и тканей обеспечивает существование и жизнедеятельность каждого отдельного организма.

ТКАНИ ТЕЛА.

Ткань - исторически (филогенетически) сложившаяся система клеток и неклеточных структур, обладающая общностью строения, функции и развития.



Иногда выделяют шесть типов животных тканей: эпителиальную, соединительную, мышечную, кровь, нервную и репродуктивную.

1. ЭПИТЕЛИАЛЬНАЯ ТКАНЬ.

Клетки эпителия - эпителиоциты - состоят из цитоплазмы, ядра, оболочки и специальных структур, возникающих в связи с функциональными особенностями различных видов эпителия. В цитоплазме обнаружены все виды органелл:

цитоплазматическая сеть, митохондрии, центрисома, пластинчатый комплекс. Ядро клетки круглое, овальное или дискообразное, в большинстве клеток одно. В эпителиальных клетках выделяют две части:

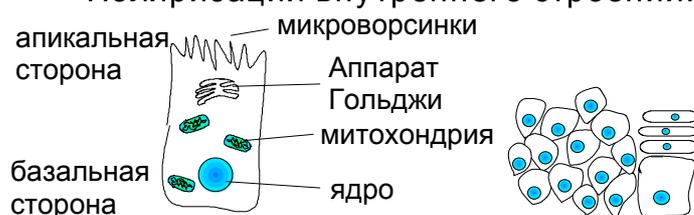
базальную, направленную в сторону подлежащей ткани, и апикальную, обращенную к свободной поверхности. В базальной части лежит ядро, в апикальной — органеллы, различные включения и специальные структуры, к которым относятся **микроворсинки** — мельчайшие выросты цитоплазмы на свободной поверхности клетки. Всасывающая и щеточная каемки характерны для эпителия, через

Анатомия и физиология человека. Ткани тела.

который происходят процессы всасывания (кишечный, почечный эпителий). **Каемки** образованы большим количеством микроворсинок. Через эту поверхность осуществляется всасывание. *Реснички* — подвижные структуры на свободной поверхности клеток мерцательного эпителия. Благодаря их движению создается ток жидкости в полостях, выстланных эпителием. Реснички представляют собой выросты цитоплазмы с проходящими в них нитями, покрытыми клеточной мембраной. В цитоплазме клеток эпителия находятся тонофибриллы — нитчатые структуры, обуславливающие, по-видимому, прочность клеток эпителия.

1.1. ОСНОВНЫЕ ПРИЗНАКИ:

- Пограничная ткань между организмом и окружающей (внутренней) средой;
- Клетки плотно прилегают друг к другу;
- Слабо развитые межклетники;
- Поляризация внутреннего строения.



1.2. ЛОКАЛИЗАЦИЯ:

- Поверхность тела;
- Поверхность пищеварительного тракта;
- Поверхность дыхательных путей;
- Поверхность мочеполовых путей;
- Серозные оболочки полостей тела;
- Почки;
- Почти все железы, кроме некоторых отделов эндокринных желез.

1.3. РАЗВИТИЕ.

Эктодермальные производные - эпителий кожи, ротовой полости, роговицы глаза, самых нижних отделов мочеполового тракта и железы этих отделов.

Энтодермальные производные - эпителий внутренней поверхности пищеварительного тракта, желез внутри стенок желудка и кишечника, печень, поджелудочная железа.

Мезодермальные производные - весь эпителий серозных оболочек полостей тела и эпителий мочеполовых путей.

1.4. ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ.

Происходит постоянно за счет деления клеток.

1.5. ФУНКЦИИ:

- Защитная (кожа, реснитчатый эпителий дыхательных путей)
 - Всасывательная (выстилка пищеварительного тракта)
 - Выделительная или секреторная (железистый эпителий: слюна, желудочные и кишечные соки, пот, слезы)
 - Обменная (в почках, легких, капиллярах) - может быть рассмотрена как сопряжение всасывательной и выделительной функций.
 - Сенсорная (восприятие раздражений)
- Эпителиальная ткань может сочетать сразу несколько функций.

1.6. ВИДЫ:

- **ПОКРОВНЫЙ ОДНОСЛОЙНЫЙ.**
 - **Однорядный:**

- **Плоский** (мезотелий, брюшина, перикард, плевра, выстилка целома - осуществляет обмен между полостной жидкостью и кровью).
 - **Кубический** (почечные канальцы, протоки желез, бронхиолы).
 - **Цилиндрический** - выстилка желудка и кишечника(микроворсинки пищеварительной системы: эндодерма+мезодерма)
 - **Многорядный:**
 - **Цилиндрический** (мерцательный эпителий дыхательных путей и половых протоков).
- ПОКРОВНЫЙ МНОГОСЛОЙНЫЙ**
- **Неороговевающий:**
 - **Переходный** (мочевыделительная система - обеспечивает растяжение мочевого пузыря).
 - **Плоский** (роговица глаза, рот, пищевод, влагалище).
 - **Ороговевающий** (кожа), называется эпидермисом.
- **ЖЕЛЕЗИСТЫЙ**

Клетки обладают способностью синтезировать секреты, состав которых зависит от типа желез (молоко, пищеварительные соки, слюна, ушная сера, пот). Свойством секреции обладают как отдельные клетки, так и сложные многоклеточные образования (железы).

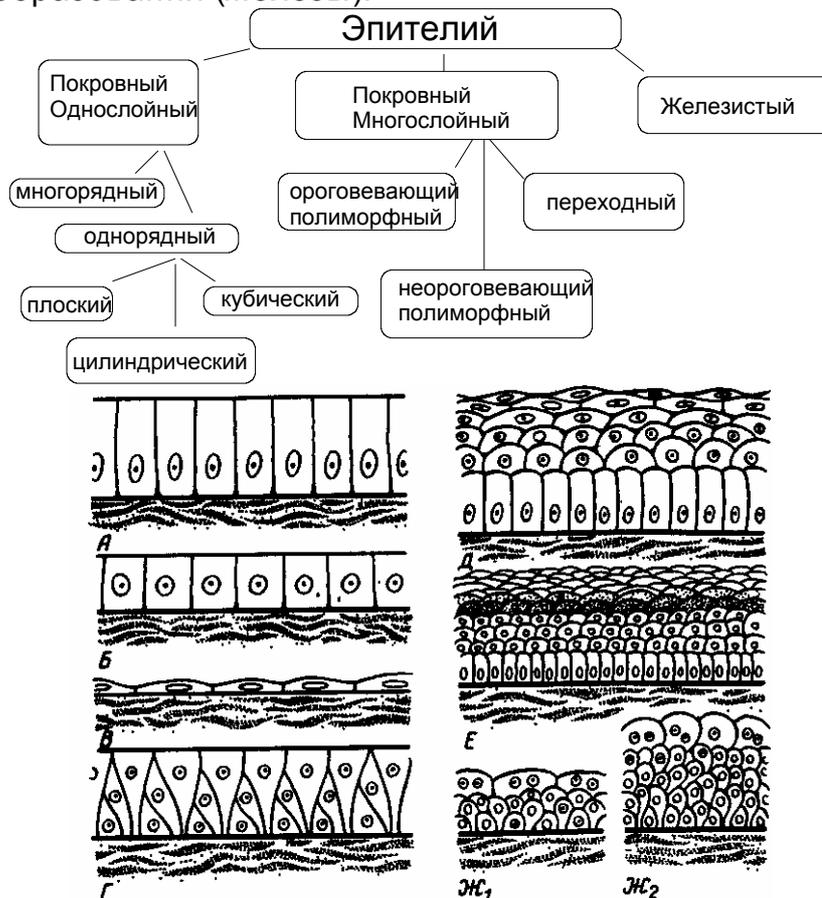


Рис. . Строение эпителия (схема)
 А—однослойный цилиндрический; Б—однослойный кубический; в—однослойный плоский; Г—многорядный; Д и Е—многослойный плоский; Ж, и Жд—переходный эпителий.

2. СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ.

2.1. ОСНОВНЫЕ ПРИЗНАКИ:

- Клетки различного строения, но общие по происхождению и функциям.
- Хорошо развито основное (межклеточное) вещество, выделяемое клетками соединительной ткани:
 - волокна (коллаген, эластин) - в крови отсутствуют. Коллаген при нагревании превращается в желатину. Коллаген составляет в организме человека около трети всех белков.
 - однородное вещество (в крови - "плазма крови").

2.2. ЛОКАЛИЗАЦИЯ:

- Подстилает эпителий;
- Окружает сосуды, с которыми соединительная ткань связана генетически и функционально (трофическое действие нельзя рассматривать без сосудистого компонента).
- Формирует сухожилия;
- Образует связки;
- Заполняет полости кровеносной системы (в случае крови).

2.3. РАЗВИТИЕ.

Образуется из мезенхимы. Мезенхимные клетки эмбриона в своем развитии могут округляться и превращаться в свободные подвижные клетки, располагающиеся в жидком или полужидком промежуточном веществе. В процессе развития могут возникать малоподвижные или неподвижные клетки, вырабатывающие более или менее плотное межклеточное вещество (волокна и основное вещество). Число и вид клеток и волокон, а также количество и состав основного вещества у различных видов соединительной ткани отличаются в зависимости от их функций.

2.4. ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ.

Клетки активно возобновляются за счет деления; межклеточное вещество постоянно образуется и резорбируется клетками.

2.5. ФУНКЦИИ:

- Трофическая - участие в обмене веществ;
- Защитная - способность клеток соединительной ткани фагоцитировать и принимать участие в образовании иммунитета;
- Механическая (опорная) - образует связки, сухожилия, хрящи, кости и вместе с сосудами - основу многих органов. Принимает активное участие в заживлении ран: обладая наивысшей регенераторной способностью, она может заполнять возникающие при ранении дефекты других тканей (возникает соединительно-тканый рубец).

2.6. ВИДЫ:

Классификация соединительных тканей довольно условна: опорные ткани, к примеру, обладают специальной трофической функцией, являясь для организма жизненно важным депо минеральных солей.



2.6.1. **КРОВЬ** - Кровь представляет собой непрозрачную красную жидкость, состоящую из плазмы (55%) и взвешенных в ней клеток - форменных элементов (45%) – эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов. В организме человека кровь составляет около 6-8% от массы тела и занимает объем 4.5-5.5 литров. Если у взрослых количество крови составляет 7-8% от веса тела, то у новорожденных ее больше - до 15%, а у детей в возрасте до 1 года - 11%. Кровь - это жидкая ткань, состоящая из плазмы и взвешенных в ней кровяных клеток. Количество и состав крови, а также ее физико-химические свойства у здорового человека относительно постоянны: они могут подвергаться небольшим колебаниям, но быстро выравниваются. В здоровом организме поддерживается определенное постоянство содержания форменных элементов и химического состава плазмы крови, что является необходимым условием жизнедеятельности всех тканей организма. Постоянство химического состава и физико-химических свойств внутренней среды носит название гомеостаза. 60% крови заключено в систему кровеносных сосудов и благодаря работе сердца находится в состоянии непрерывного движения. Часть крови (около 40%) не циркулирует по кровеносным сосудам, а находится в так называемом депо крови (в капиллярах и венах печени, селезенки, легких и подкожной клетчатки). Объем циркулирующей крови может меняться за счет изменения объема депонированной крови: во время мышечной работы, при кровопотерях, в условиях пониженного атмосферного давления кровь из депо выбрасывается в кровяное русло. Потеря 1/3-1/2 объема крови приводит к смерти.

Кровь, лимфа, тканевая жидкость образуют внутреннюю среду организма. Из плазмы крови, проникающей через стенки капилляров, формируется тканевая жидкость, которая омывает клетки. Между тканевой жидкостью и клетками постоянно происходит обмен веществ. Кровеносная и лимфатическая системы обеспечивают гуморальную связь между органами, объединяя обменные процессы в общую систему. Относительное постоянство физико-химических свойств внутренней среды способствует существованию клеток организма в довольно неизменных условиях и уменьшает влияние на них внешней среды. Постоянство внутренней среды – гомеостаз – организма поддерживается работой многих систем органов, которые обеспечивают саморегуляцию жизненно важных процессов,

взаимосвязь с окружающей средой, поступление необходимых организму веществ и выводят из него продукты распада.

Осмотическое давление крови равно 7,6—8,1 атм. Оно создается суммарным числом молекул и ионов. Несмотря на то что белков в плазме 7—8%, а солей около 1%, на долю белков приходится всего 0,03—0,04 атм, или 25—30 мм рт. ст. В основном осмотическое давление крови создается солями, 60% его приходится на долю NaCl. Это объясняется тем, что молекулы белков имеют огромные размеры, а величина осмотического давления зависит только от числа молекул и ионов.

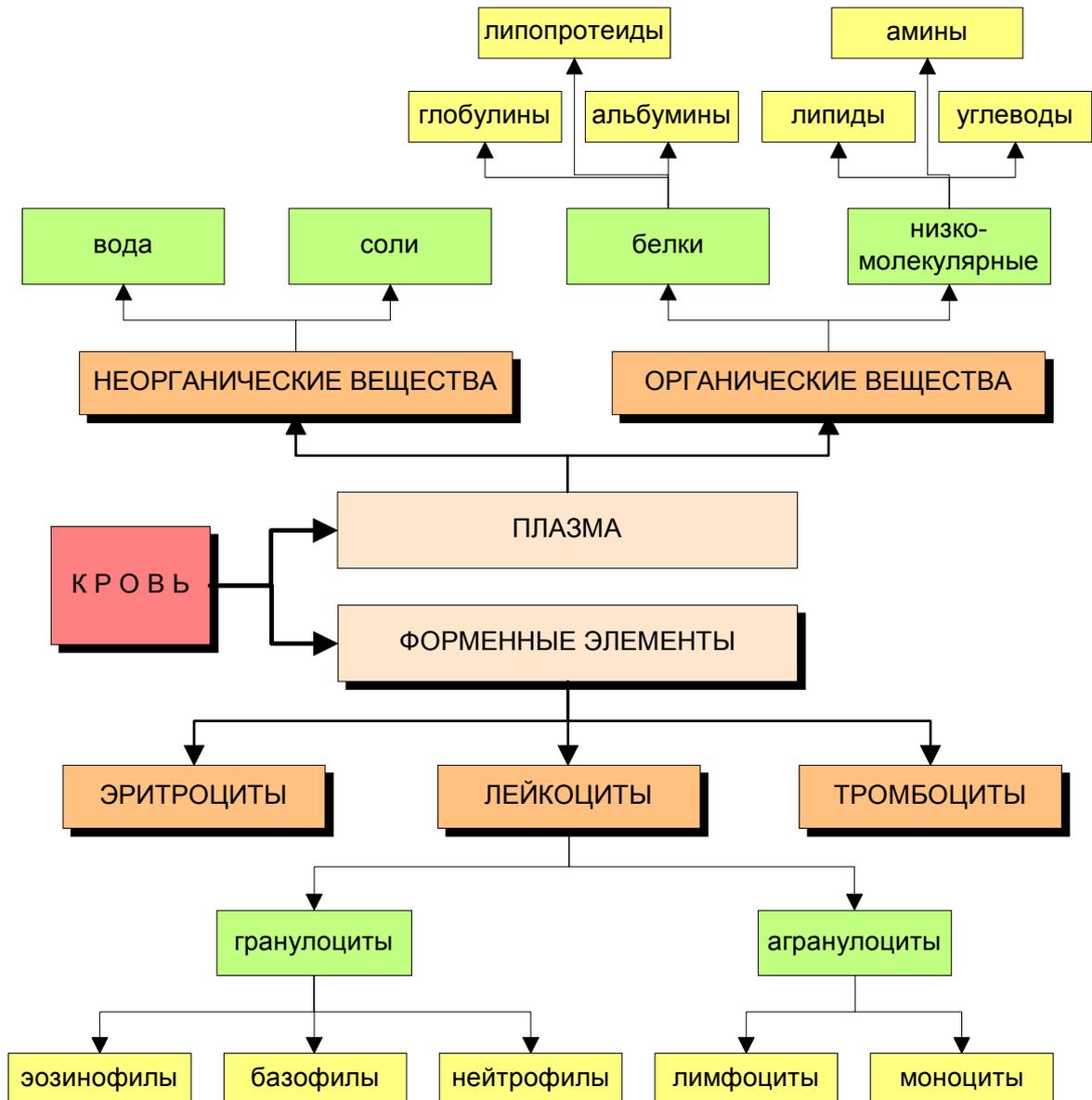
Постоянство осмотического давления весьма важно, так как этим гарантируется одно из условий, необходимых для правильного хода физиологических процессов — постоянное содержание воды в клетке и, следовательно, постоянство их объема. Под микроскопом это можно наблюдать на примере эритроцитов. Если их поместить в раствор с более высоким, чем в крови, осмотическим давлением, то они теряют воду и сморщиваются, а в растворе с меньшим осмотическим давлением набухают, увеличиваются в объеме и могут разрушиться. То же самое происходит со всеми другими клетками при изменении осмотического давления в окружающей их жидкости.

В крови поддерживается постоянство реакции. Реакция среды определяется концентрацией водородных ионов, которую выражают водородным показателем, обозначаемым рН. В нейтральной среде рН равен 7,0, в кислой среде рН меньше 7,0, а в щелочной — больше 7,0. Кровь имеет рН 7,36, т. е. ее реакция слабощелочная. Жизнь возможна в узких пределах смещения рН — от 7,0 до 7,8. Это объясняется тем, что катализаторами всех биохимических реакций являются ферменты, а они могут работать только при определенной реакции среды, поэтому так важно сохранение ее постоянства. Несмотря на поступление в кровь продуктов клеточного распада — кислых и щелочных веществ, даже при напряженной мышечной работе рН крови уменьшается не более чем на 0,2—0,3. Это достигается за счет буферных систем крови (бикарбонатный, белковый, фосфатный и гемоглобиновый буферы), которые могут связывать гидроксильные (ОН⁻) и водородные (H⁺) ионы и тем самым удерживать реакцию крови постоянной. Выводятся из организма образовавшиеся кислые и щелочные продукты почками, с мочой. Через легкие удаляется углекислый газ.

ФУНКЦИИ КРОВИ:

- **Транспортная:**
 - Перенос кислорода от легких к тканям;
 - Перенос питательных веществ от кишечника к тканям;
 - Выведение углекислоты из организма;
 - Выведение из организма продуктов обмена;
- **Защитная:**
 - Фагоцитоз микробов белыми кровяными тельцами;
 - Обезвреживание плазмой токсинов, чужеродных белков и т.п.
- **Гуморальная:** регуляция деятельности органов гормонами, переносимыми кровью.
- **Распределение теплоты**
- **Поддержание гомеостаза** (постоянство внутренней среды организма)

КОМПОНЕНТЫ КРОВИ:



ПЛАЗМА КРОВИ (межклеточное вещество крови)

Плазма крови представляет собой сложную смесь белков, аминокислот, углеводов, жиров, солей, гормонов, ферментов, антител, растворенных газов и продуктов распада белка (мочевина, мочевая кислота, креатинин, аммиак), подлежащих выведению из организма. Она имеет слабощелочную реакцию (рН 7,36). Состав плазмы отличается большим постоянством.

Эта слегка желтоватая полупрозрачная вязкая жидкость с удельным весом 1,020-1,028 (удельный вес крови 1,054-1,066) содержит:

- воду 90-92%;
- растворимые вещества 8-10%
 - неорганических веществ 0.9-1.0%. В состав минеральных веществ плазмы входят соли: NaCl, CaCl₂, KCl, NaHCO₃, NaH₂PO₄, Mg²⁺ и др. Соотношение и концентрация ионов Na⁺, Ca²⁺ и K⁺ играют важнейшую роль в жизнедеятельности организма, поэтому постоянство

Анатомия и физиология человека. Ткани тела.

ионного состава плазмы регулируется весьма точно, нарушение его, возникающее главным образом при заболеваниях желез внутренней секреции, опасно для жизни. **Водный раствор, который по концентрации солей соответствует плазме крови, называют физиологическим раствором. Его можно вводить в организм при недостатке жидкости.** В медицинской практике для частичного пополнения потерь крови или поддержания деятельности изолированных органов готовят физиологические растворы. Например, физиологический раствор хлорида натрия, который содержит 0,9% NaCl (0,9% NaCl - для теплокровных и 0,6% - для холоднокровных), и является изотоничным крови, т. е. имеет одинаковое с ней осмотическое давление. (Растворы, имеющие большее осмотическое давление, чем кровь, называются гипертоническими, а меньшее — гипотоническими.). Более сложные физиологические растворы, например раствор Рингера, в который входят соли: NaCl, CaCl₂, KCl, NaHCO₃, не только изотоничны крови, но и изоионичны, т. е. имеют одинаковый с ней ионный состав, а благодаря содержанию NaHCO₃ примерно равный крови pH—слабощелочную реакцию. Еще более приближается к составу плазмы крови раствор Рингера—Локка, содержащий 0,1% глюкозы. В настоящее время применяются кровезамещающие растворы, которые содержат не только соли, глюкозу, но и белки, т. е. по составу и физико-химическим свойствам максимально возможно приближаются к плазме крови. Их вводят человеку после кровопотери для восстановления кровяного давления. В гипотоническом растворе эритроциты набухают и разрушаются (в них активно входит вода из раствора), при этом гемоглобин выходит из эритроцитов и растворяется в плазме, которая становится прозрачной и окрашенной в красный цвет. Такая кровь называется лаковой кровью, а разрушение эритроцитов называется гемолизом. Гемолиз крови может наступать, например, при добавлении к крови эфира и некоторых других веществ. Гемолитические яды змей также вызывают гемолиз. Кроме того, гемолиз может наступать при повторном введении животному эритроцитов других видов животных, при этом в крови появляются специальные вещества - гемолизины, гемолизирующие вводимые эритроциты.

Из плазмы крови готовят сыворотку крови путем дефибринирования плазмы, т. е. удаления из нее фибрина. Сыворотку крови можно получить и другим путем. Если выпустить кровь из кровеносного сосуда в цилиндр, то она через некоторое время свернется, т. е. превратится в желеобразный сгусток. В дальнейшем сгусток сжимается и из него вытесняется светло-желтая жидкость—сыворотка крови.

Сыворотка крови отличается от плазмы отсутствием в ней фибриногена, поэтому она не способна свертываться.

- **ограниченных веществ - около 9%**

- белки составляют 6,5-8% (α , β , γ - глобулины, альбумины, липопротеиды);

Белки плазмы делятся на глобулины (альфа-, бета- и гамма-глобулины), альбумины и липопротеиды. В 100 мл плазмы содержится около 7 г белка, в том числе 5 г альбумина и 2 г глобулинов, другие белки представлены в очень малых количествах.

Иммуноглобулин синтезируется плазматическими клетками и крупными лимфоцитами, остальные белки плазмы образуются в печени. Белки наряду с минеральными солями поддерживают кислотно-щелочное равновесие и создают определенное осмотическое давление крови. При снижении концентрации белков в плазме может снизиться коллоидно-осмотическое давление, в таком случае печень начинает усиленно синтезировать эти белки. При многих острых инфекциях усиливается синтез фибриногена и глобулинов. Повышение их концентрации в плазме ускоряет оседание эритроцитов в крови. Этот тест (РОЭ - реакция оседания эритроцитов) широко используется для наблюдения за течением болезни и ходом выздоровления больного.

Значение белков плазмы:

1. Очень важную роль играет глобулин, называемый фибриногеном: он участвует в процессе свертывания крови.

2. Фракция гамма-глобулина содержит антитела, обеспечивающие иммунитет к определенным инфекционным болезням. В настоящее время очищенный гамма-глобулин используют для лечения некоторых болезней и повышения невосприимчивости к ним. В последние годы в крови открыт особый защитный белок—пропердин, способный разрушать бактерии и вирусы.

Анатомия и физиология человека. Ткани тела.

3. Наличие белков в плазме крови повышает ее вязкость (в 3 раза больше воды), что имеет значение в поддержании коллоидно-осмотического давления крови в сосудах, которое регулирует содержание воды в плазме.

4. Белки имеют большую молекулярную массу, поэтому они не проникают через стенку капилляра и удерживают в сосудистой системе определенное количество воды. Таким путем они принимают участие в распределении воды между кровью и тканевой жидкостью.

5. Белки крови (вместе с гемоглобином эритроцитов), являясь рН-буферами, участвуют в поддержании постоянства реакции крови (**рН6.8-7.8**). При некоторых состояниях организма наблюдается смещение реакции крови в щелочную (алкалоз) или в кислую (ацидоз) сторону. При усиленном дыхании из крови удаляется большое количество угольной кислоты, что приводит к сдвигу реакции в щелочную сторону, при нормализации дыхания рН крови быстро возвращается к норме.

- **низкомолекулярные органические вещества - около 2%**

- гормоны;
- жирные кислоты, глицерин, липиды, креатинин, углеводы, аминокислоты, мочевины, мочевая кислота;
- глюкозу (0.1%)

Содержание глюкозы в крови колеблется в пределах 4,44— 6,66 ммоль/л. Она является основным источником энергии для клеток организма. Если количество глюкозы снижается до 2,22 ммоль/л (40 мг%), то резко повышается возбудимость клеток мозга, у человека появляются судороги. При дальнейшем уменьшении содержания глюкозы человек впадает в коматозное состояние (нарушается сознание, кровообращение, дыхание) и умирает.

Из плазмы крови готовят лечебные сыворотки (удаляют из плазмы фибриноген), содержащие антитела. Готовят сыворотки и из крови животных, перенесших заболевания.

- **ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ:** развиваются из стволовых кроветворных клеток (малодифференцированные клетки, дающие начало всем видам кровяных элементов).

- **Эритроциты (красные кровяные тельца).**



- В норме число эритроцитов - 4.5-5.5 миллионов в 1 мл. (У взрослого мужчины в 1 мм³ крови содержится около 5 400 000 эритроцитов, а у взрослой женщины - 4 500 000 - 5 000 000. У новорожденных детей эритроцитов больше - от 6 до 7 млн в 1 мм³.)
- Форма: двояковыпуклые диски с диаметром 7-8.5 мкм и толщиной 2 – 2,5 мкм. Такая форма клетки увеличивает поверхность для диффузии дыхательных газов, а также делает эритроциты способными к обратимой деформации при прохождении через узкие изогнутые капилляры.
- В процессе эволюции у млекопитающих утрачивают ядро и органеллы. (исчезает при выходе в кровяное русло из костного мозга)
- У взрослых людей образуются в губчатом веществе красного костного мозга, в процессе созревания они теряют ядра, а затем поступают в кровь..
- Продолжительность жизни: 2-3 мес. (127 дней), ежемесячно образуется около 2.5 миллионов эритроцитов.
- В эритроцитах содержится белок – гемоглобин, состоящий из 4-х субъединиц, каждая из которых состоит из белковой и небелковой частей. Небелковая часть (гем) содержит ион железа. Гемоглобин образует в капиллярах

легких непрочное соединение с кислородом – оксигемоглобин. Кислород присоединяется к железу каждого гема, таким образом, к одной молекуле гемоглобина могут присоединиться 4 молекулы O_2 . Присоединение происходит по кооперативному механизму (сродство гемоглобина к каждой последующей молекуле O_2 возрастает). Оксигемоглобин по цвету отличается от дезоксигемоглобина, поэтому артериальная кровь (кровь, насыщенная кислородом) имеет ярко-алый цвет. Оксигемоглобин, отдавший кислород в капиллярах тканей, называют восстановленным. Он находится в венозной крови (крови, бедной кислородом), которая имеет более темный цвет, чем артериальная. Кроме того, в венозной крови содержится нестойкое соединение 4-х концевых NH_2 -групп гемоглобина с углекислым газом – карбамингемоглобин. У разных животных свойства гемопротеидов весьма различны и приспособлены к количеству CO_2 , накапливаемому в тканях. У животных, дышащих воздухом, это количество обычно велико, а у водных животных, дышащих растворенным кислородом, - незначительно. Переход в процессе эволюции от водного дыхания к наземному (воздушному) привел к существенным изменениям не только устройства органов дыхания, но и химических свойств гемопротеидов крови. Гемоглобин может входить в соединения не только с кислородом и углекислым газом, но и с другими газами, например с угарным газом (CO), образуя прочное соединение карбоксигемоглобин (присоединяется, как и O_2 , к Fe^{2+} , но в 10000 раз прочнее). Отравление угарным газом вызывает удушье. При уменьшении количества гемоглобина в эритроцитах или уменьшении числа эритроцитов в крови возникает анемия. Каждый эритроцит содержит около 265 млн молекул гемоглобина - красного пигмента, переносящего кислород и углекислоту. Подсчитано, что ежесекундно образуется около 2,5 млн эритроцитов и столько же разрушается. А так как в каждом эритроците содержится $265 \cdot 10^6$ молекул гемоглобина, то ежесекундно образуется примерно $650 \cdot 10^{12}$ молекул такого же гемоглобина. Образование 574 аминокислотных остатков осуществляется за 90 секунд. Число эритроцитов непостоянно и меняется при некоторых физиологических условиях (при мышечной работе, при пребывании на больших высотах, и т.д.), а также при некоторых заболеваниях. Повышение числа эритроцитов называется полицитемией, а понижение - эритропенией. Количество эритроцитов в крови очень велико, общая их площадь составляет 350 м^2 (общая площадь нашего тела около 2 м^2). Если из эритроцитов составить цепочку, то ею можно 3 раза опоясать земной шар по экватору. В организме человека содержится значительное количество гемоглобина - до 16,67 г в 100 г крови (абсолютное содержание гемоглобина в крови). На практике количество гемоглобина выражают в относительных единицах: например, если при определении получено 80% содержания гемоглобина, это означает, что в 100 г исследуемой крови содержится 80% от 16,67 г, т.е. 13,3 г. Эту же цифру можно получить, разделив 80 на 6, что часто используют на практике.

- Функция эритроцитов: транспорт газов (кислород и углекислый газ)

Анатомия и физиология человека. Ткани тела.

- Разрушаются в печени и селезенке. Эритроциты способны разрушаться и тканями других органов, о чем свидетельствует исчезновение "синяков" (подкожных кровоизлияний). Молекулы гемоглобина из старых эритроцитов в селезенке и печени подвергаются расщеплению, атомы железа используются снова, а гем разрушается и выделяется печенью в виде билирубина и других желчных пигментов. Ядерные эритроциты могут появиться в крови после больших кровопотерь, а также при нарушении нормальных функций ткани красного костного мозга.
- В гипотонических растворах набухают и лопаются (гемолиз), в гипертонических - сморщиваются.
 - Неоднократно предпринимались попытки перелить кровь от животного человеку или от человека животному, но все попытки оканчивались неудачей и больной чаще всего погибал. Причиной этому является процесс склеивания эритроцитов в комочки и последующего гемолиза их. Явление склеивания эритроцитов носит название агглютинации. Причина этого явления заключается в следующем: в плазме крови находится агглютинирующее (склеивающее) вещество - агглютинин, а в эритроцитах - агглютинируемое (склеиваемое) вещество - агглютиноген. Агглютининов в плазме два: α (альфа) и β (бета). Агглютиногенов тоже два: А и В. Агглютинация происходит в том случае, если агглютинин α соединится с агглютиногеном А, а агглютинин β - с агглютиногеном В. Эритроциты содержат или не содержат агглютиногены А и В, что обуславливает существование 4-х групп крови. (Система АВО включает 4 группы крови.) При переливании небольших доз крови от донора (человека, дающего крови реципиенту (принимающему крови необходимо учитывать группу крови. При переливании крови пренебрегают небольшим количеством антител в крови донора, поскольку агглютинины донора значительно разводятся и теряют способность агглютинировать эритроциты реципиента, но избегают наличия агглютиногенов, к которым могут вырабатываться антитела реципиента.

•Группы крови:

Кровь людей делится на четыре группы:

- I (0) - в плазме содержатся агглютинины α и β , а в эритроцитах агглютиногенов не содержится;
- II (A) - в плазме содержится агглютинин β , а в эритроцитах - агглютиноген А;
- III (B) - в плазме содержится агглютинин α , а в эритроцитах - агглютиноген В;
- IV (AB) - агглютининов в плазме не содержится, а в эритроцитах содержатся агглютиногены А и В.

Таким образом,

- I (0) - $OO\alpha\beta$ - универсальные доноры
- II (A) - $AO\alpha\beta$ - можно переливать к II&IV
- III (B) - $OB\alpha\alpha$ - можно переливать к III&IV
- IV (AB) - $AB\alpha\alpha$ - универсальные реципиенты.

Из схемы видно, что людям, имеющим IV группу крови, можно переливать кровь любой группы (она не содержит агглютининов), таких людей

Анатомия и физиология человека. Ткани тела.

называют универсальными реципиентами. В среднем I (0) группу крови имеют 40% людей, II (A) - 39%, III (B) - 15% и IV (AB) - 6%. При переливании больших доз крови используют только одногруппную кровь. В настоящее время предпочитают переливать одногруппную кровь и в небольших дозах.

Группы крови исследовали почти у всех человеческих рас и были найдены интересные результаты: ни для одной из рас не характерна какая-либо одна группа крови, однако количественные соотношения между разными группами крови в популяции остаются неизменными из поколения в поколение, пока не происходит браков с представителями других популяций.

Наличие групп крови обнаружено у многих млекопитающих и птиц. Группы крови I (0), II (A), III (B) и IV (AB) найдены у шимпанзе, орангутанга и гориллы. Все это указывает на то, что специфические вещества появились у них в крови до того, как приматы дифференцировались на несколько типов. У них же обнаружены агглютиногены M и N, причем наиболее они сходны с человеческими у шимпанзе.

Дополнительные факторы агглютинации:

Кроме основных агглютиногенов A и B, в эритроцитах могут быть и дополнительные факторы, например, M и N, которые наследуются независимо от A и B. Более значимым фактором крови является агглютиноген резус-фактор (Rh-фактор), названный так потому, что впервые был найден в крови обезьяны макака-резус. Примерно у 85% людей белой расы кровь «резус-положительна», т.е. в эритроцитах ее содержится антиген Rh, а у 15% - «резус-отрицательна», т.е. их кровь не содержит этого антигена. Если у женщины кровь Rh-отрицательна, а у ее мужа - Rh-положительна, то плод может от отца унаследовать фактор Rh и оказаться Rh-положительным. В отличие от агглютиногенов A и B у резус-фактора в сыворотке агглютининов или антител не имеется. При наличии какого-либо дефекта в плаценте кровь плода может проникнуть в кровяное русло матери и вызвать выработку ее лейкоцитами антител к Rh-фактору. При второй беременности некоторое количество этих антител может проникнуть в кровяное русло плода и вызвать агглютинацию его эритроцитов (фетальный эритроblastоз). В тяжелых случаях может разрушиться так много эритроцитов, что плод погибает до рождения, чаще ребенок рождается живым и погибает позже. Для предотвращения летального исхода производят переливание крови, замещая почти все эритроциты новыми. Но примерно в 10% случаев и у матери, и у плода кровь резус-положительная, но гемолитическая анемия наступает. Это происходит в тех случаях, когда резус-факторы не совпадают по типам. Резус-фактор бывает трех типов - D, C, E, знание этих типов очень важно для переливания крови и во время родов.

В последнее время применяются заменители крови, например, полисахарид декстран - полимер глюкозы, вырабатываемый бактериями. Он не агглютинирует эритроциты, реже вызывает токсические реакции и исключает возможность передачи вируса сывороточного гепатита. Другие заменители крови менее эффективны.

При агглютинации эритроциты оседают. Скорость оседания эритроцитов (РОЭ) в норме у здоровых женщин колеблется в пределах 7-12 мм в час, а у мужчин - 3-9 мм в час. Высокая оседаемость эритроцитов наблюдается у беременных женщин, у больных туберкулезом, при наличии воспалительных процессов и при некоторых других изменениях состояния организма. При некоторых заболеваниях возникает анемия - уменьшение числа эритроцитов в крови. При

Анатомия и физиология человека. Ткани тела.

злокачественной анемии уменьшается не только число эритроцитов, но изменяются их форма и содержание в них гемоглобина.

- **Лейкоциты (белые кровяные клетки).**

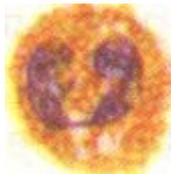
Кровь содержит пять видов белых кровяных телец, или лейкоцитов, - бесцветных клеток, содержащих ядро и цитоплазму. Они образуются в красном костном мозгу, лимфатических узлах и селезенке. Лейкоциты лишены гемоглобина и способны к активному амебоидному движению. Лейкоцитов меньше, чем эритроцитов - в среднем около 7 000 на 1 мм³, но число их колеблется в пределах от 5 000 до 9 000 (или 10 000) у разных людей и даже у одного и того же человека в разное время суток: меньше всего их рано утром, а больше всего - после полудня.

У здоровых людей процентное отношение различных видов лейкоцитов в крови относительно постоянно и носит название лейкоцитарной формулы, определение которой очень важно в клинике лечения больных. Значение ее обусловлено тем, что при определенных заболеваниях наблюдаются характерные изменения соотношений отдельных форм лейкоцитов, имеющие огромное значение при диагностике различных заболеваний, а также при лечении больных. Увеличение числа лейкоцитов в крови называется лейкоцитозом, а уменьшение - лейкопенией (она является постоянным и ранним симптомом лучевой болезни). Содержание в 1 мм³ крови менее 500 лейкоцитов является смертельным.

- Форма: округлые клетки размером 8 – 10 мкм, с псевдоподиями, способны к самостоятельным движениям.
- Имеют ядро и органеллы.
- Не содержат гемоглобина.
- Могут выходить из кровяного русла в ткани, руководствуясь хемотаксисом.
- Функция: обеспечение защиты организма от микробов и инородных тел.
- Количество в крови взрослого человека - 6-8 тыс. в 1 мкл. При острых инфекционных заболеваниях число лейкоцитов быстро нарастает. Повышение числа - лейкоцитоз, понижение - лейкопения.
- Образуются в красном костном мозге, лимфатических узлах и селезенке, разрушаются в селезенке. Продолжительность жизни большинства лейкоцитов – от нескольких часов до 20 сут, а лимфоцитов – 20 лет и более.
- Лейкоциты делятся на две группы: 1) зернистые лейкоциты, или гранулоциты, среди них различают нейтрофилы, эозинофилы и базофилы; 2) незернистые лейкоциты, или агранулоциты, - лимфоциты и моноциты. По степени зрелости и форме ядер различают юные, палочковидные и сегментоядерные нейтрофилы, вырабатываемые красным костным мозгом. Зернистые лейкоциты имеют размеры в диаметре от 9 до 12 м. При воздействии кислыми или основными красителями зерна эозинофилов красятся в интенсивный розовый или красный цвет, базофилов - в синий цвет, а нейтрофилов - в светло-фиолетовый цвет.

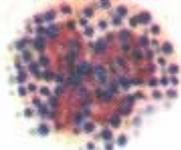
Разновидности:

- **Гранулоциты (зернистые)** их цитоплазма содержит гранулы:
 - *Эозинофилы (0.4%)* -



амебоидные клетки, способные к фагоцитозу. Обезвреживают белки, токсины, вирусы; обладают антигистаминным действием. Образуются в костном мозге. Увеличение числа эозинофилов наблюдается при аллергических реакциях и глистных инвазиях.

- **Базофилы (0.5%)** -



продуцируют биологически активные вещества – гепарин и гистамин. Гепарин базофилов препятствует свертыванию крови (антикоагулянт) в очаге воспаления, а гистамин расширяет капилляры, что способствует рассасыванию и заживлению.

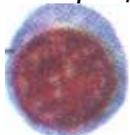
- **Нейтрофилы (60-70%)** -



фагоцитируют микробов, вирусы и токсины. Проходя сквозь стенки кровеносных сосудов, нейтрофилы активно ползают (амебоидное движение), фагоцитируют бактерий и вирусов; разрушают продукты распада тканей и токсины своими лизосомными ферментами. Гной состоит главным образом из нейтрофилов или их остатков. Защитную роль лейкоцитов открыл выдающийся русский ученый И. И. Мечников. Он создал учение о фагоцитозе, получившем мировое признание, за что получил Нобелевскую премию в 1908 г. И.И.Мечников назвал такие лейкоциты фагоцитами, а само явление поглощения и разрушения лейкоцитами чужеродных тел – фагоцитозом, что является одной из защитных реакций организма. Образуются в костном мозге.

- **Агранулоциты (незернистые)** деление основано на разной величине клеток и различии в строении их ядер:

- **Лимфоциты (10%)** -



производят α - и β -глобулины. Лимфоциты - мелкие клетки диаметром 6,5-8,5 μ с тонким слоем незернистой цитоплазмы, они способны превращаться в клетки других типов: так, лимфоцит может увеличиться в размерах и превратиться в моноцит, а затем перейти в соединительную или другую ткань и стать макрофагом. Проникая в

Анатомия и физиология человека. Ткани тела.

красный костный мозг, они становятся предшественниками эритроцитов или гранулоцитов (например нейтрофилов). В тканях они способны превращаться в фибробласты и выделять коллагеновые волокна, эластические волокна и другие элементы соединительной ткани. И наконец, из лимфоцитов могут образовываться плазматические клетки, которые выделяют и переносят антитела, играющие важнейшую роль в развитии иммунитета.



К примеру, вирус СПИДа препятствует образованию плазматическими клетками антител, в результате человек, инфицированный вирусом СПИДа, в конечном итоге погибает от любой болезни, против которой не имел иммунитета. Лимфоциты и моноциты образуются в лимфоидной ткани - селезенке, зубной железе (вилочковой железе, тимусе) и лимфатических узлах. -Срок жизни короток: сутки или даже часы. Различают Т-лимфоциты (образуются в вилочковой железе) и В-лимфоциты (образуются в красном костном мозге) .

- **Моноциты (6-8%)** -



самые крупные лейкоциты; (до 20 мкм в диаметре), они не содержат зерен и способны к фагоцитозу. Один моноцит способен поглотить до 100 бактерий и более. Это амебовидные клетки, сосредоточены в лимфатических узлах, переползают в очаги воспаления, где активно фагоцитируют (макрофаги); приобретают большое значение при хронических инфекционных заболеваниях. Образуются в костном мозге.

Иммунитет – способ защиты организма от генетически чужеродных веществ и инфекционных агентов. Защитные реакции организма обеспечиваются клетками – фагоцитами, а также белками – антителами. Антитела вырабатывают плазматические клетки, которые образуются из В-лимфоцитов в ответ на появление в организме чужеродных белков – антигенов. Антитела связываются с антигенами, образуя комплекс антиген – антитело, в котором антиген теряет свои патогенные свойства.

Различают естественный иммунитет, выработанный самим организмом без искусственных вмешательств, и искусственный – возникающий при введении в организм специальных веществ. Естественный иммунитет может быть врожденным и приобретенным. В первом случае организм получает иммунные тела от матери через плаценту или с материнским молоком. Во втором случае антитела в организме образуются после перенесенного заболевания.

Искусственный иммунитет может быть активным и пассивным.

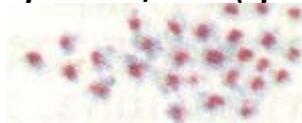
Активный иммунитет вырабатывается при введении в организм вакцины, содержащей ослабленные или убитые возбудители

Анатомия и физиология человека. Ткани тела.

заболеваний или их токсины. Такой иммунитет сохраняется долго. Принцип создания лечебных вакцин и введение их в медицинскую практику принадлежат французскому ученому Л. Пастеру. Пассивный иммунитет возникает при введении в организм лечебной сыворотки с уже готовыми антителами. Такой иммунитет сохраняется недолго – 4 – 6 нед. Сыворотку получают из крови животных (чаще всего лошадей), которым вводят постепенно возрастающие дозы микроорганизмов или их токсинов.

Нейтрофилы играют важную роль в сопротивлении острым бактериальным инфекциям, тогда как моноциты приобретают наибольшее значение при хронических инфекционных заболеваниях. При некоторых заболеваниях увеличивается процентное содержание отдельных видов лейкоцитов, например, возрастает число лимфоцитов при коклюше, брюшном тифе, при малярии увеличивается число моноцитов, при пневмонии и других острых инфекциях - число активных фагоцитов - нейтрофилов, при глистных заболеваниях, астме и скарлатине - эозинофилов (особенно при аллергических заболеваниях).

- **Тромбоциты (красные пластинки):**



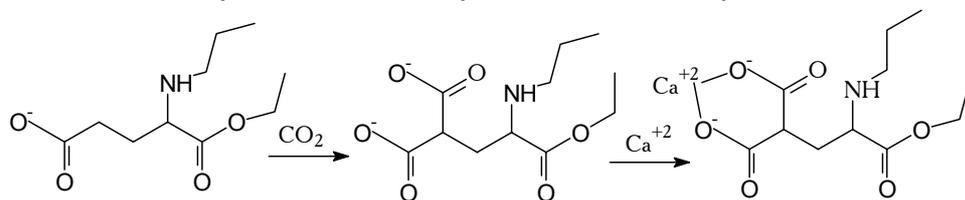
Есть еще одна группа форменных элементов - это тромбоциты, или красные пластинки, - наименьшие из всех клеток крови.

- Количество в крови взрослого человека - 1-3.5 тыс. в 1 мкл (в 1 мм³ крови - от 300 000 до 400 000).
- Форма: мельчайшие бесцветные тельца округло-овальной или неправильной формы, размером 2-5 мк. Каждая пластинка может образовывать большое число отростков.
- У большинства позвоночных тромбоциты представляют собой небольшие овальные клетки, имеющие ядро, тогда как у млекопитающих это мельчайшие дисковидные пластинки, не имеющие ядра. Тромбоциты представляют из себя отделившиеся участки цитоплазмы мегакариоцита - гигантской полиплоидной клетки костного мозга. Некоторые красные пластинки образуются из фагоцитов в легких.
- Время жизни - 10 суток.
- Функция: содержат большую часть (12 факторов) факторов свертывания крови, способны к агглютинации (склеиванию) для последующего тромбообразования при участии фибрина. При кровотечениях из них выделяется вещество серотонин, вызывающее сужение сосудов. Содержание тромбоцитов увеличивается при мышечной работе (миогенный тромбоцитоз). В тромбоцитах обнаружены железо и медь, а также дыхательные ферменты. Вероятно, они принимают некоторое участие в переносе кислорода.

Свертывание крови – важнейший защитный механизм, предохраняющий организм от кровопотерь. При ранениях кровь начинает свертываться в течение 3-4 минут и через 5-6 минут превращается в плотный сгусток. Свертывание крови представляет собой цепь ферментативных реакций, в результате которых растворенный в плазме фибриноген превращается в нерастворимый фибрин. На этот процесс влияют 13 факторов свертывания крови (одна их часть содержится в плазме, остальные поступают в нее из

разрушенных тканей и тромбоцитов), но наиболее важны четыре: фибриноген, протромбин, тромбопластин и ионы Ca^{2+} . Процесс свертывания крови разделяют на три группы реакций, или три стадии свертывания крови.

- Первая стадия связана с разрушением тромбоцитов и клеток тканей. В норме гладкая, несмачиваемая поверхность внутренней стенки сосуда препятствует свертыванию крови. При поражении сосуда разрушаются тромбоциты и тканевые клетки, в результате чего высвобождается неактивный тромбопластин (предшественник тромбопластина). Под влиянием плазматических факторов свертывания крови (акселератора - глобулина, антигемофилического фактора и Ca^{2+}) образуется активный тромбопластин. При недостатке или отсутствии антигемофилического фактора образование тромбопластина замедляется (пониженная свертываемость крови), вытекающая кровь не свертывается. Такое заболевание называется гемофилией.
- Во второй стадии свертывания крови тромбопластин при участии ионов Ca^{2+} и двух плазматических факторов-ускорителей катализирует превращение белка плазмы крови протромбина в тромбин. Протромбин образуется в печени. Для его синтеза необходим витамин К, который всасывается из кишечника в присутствии желчи. Роль витамина К сводится к участию в ферментативном γ -карбоксилировании 10 остатков глутаминовой кислоты в аминоконцевом участке полипептидной цепи предшественника протромбина. При этом происходит прямое включение молекулы CO_2 в γ -метиленовую группу остатка (посттрансляционная модификация). Модифицированные остатки глутаминовой кислоты за счет 2-х сближенных карбоксильных групп могут образовывать комплексы с ионами Ca^{2+} , связанными в то же время с фосфолипидами клеточных мембран. Таким образом, ионы Ca^{2+} выступают как мостики, способствующие концентрированию системы свертывания крови на поверхности клеток, что облегчает их взаимодействие друг с другом. Эта реакция присуща и многим другим белкам свертывания крови. Дефицит витамина К приводит к несворачиваемости крови.



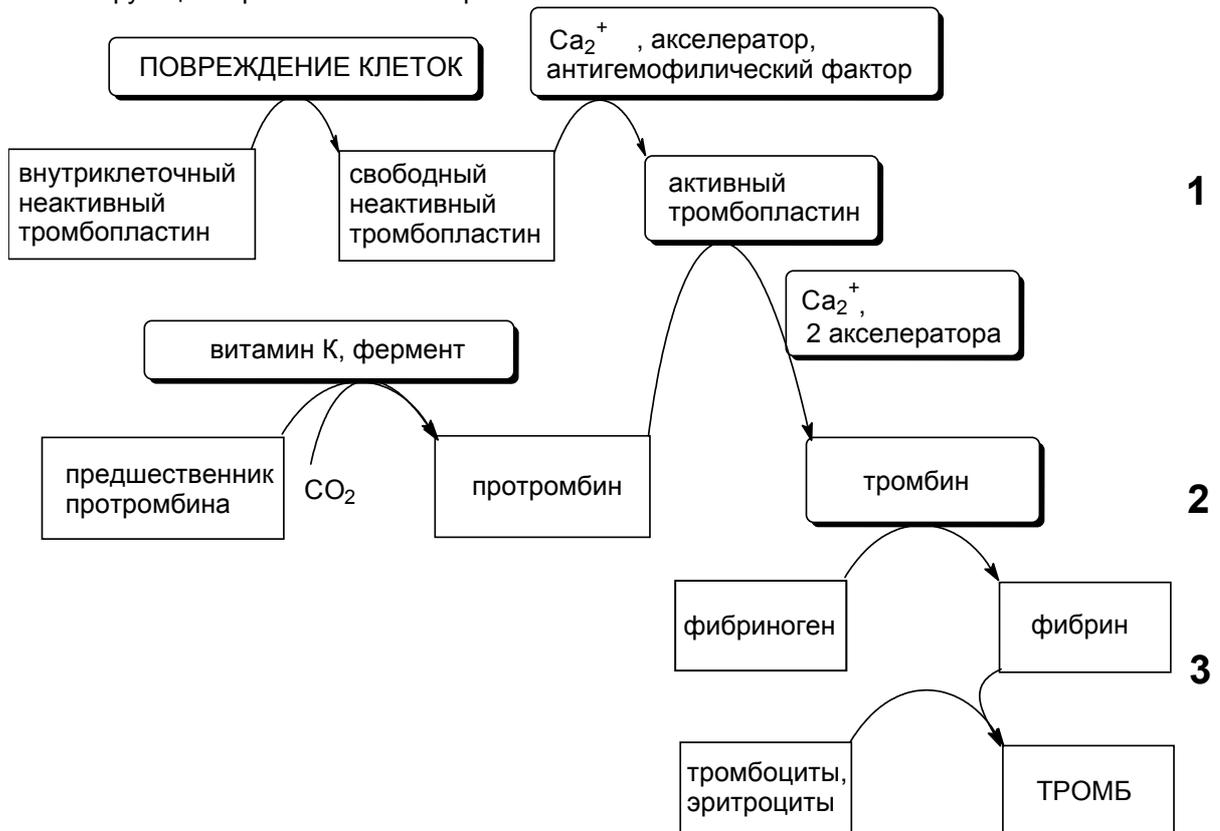
- Тромбин катализирует переход растворимого белка крови фибриногена в нерастворимые нити фибрина. Образующийся при этом сгусток, состоящий из нитей фибрина и клеток крови, закупоривает сосуд, что препятствует дальнейшей кровопотере.

Свертывание крови происходит строго в определенном месте. Если свертывание крови произойдет внутри сосудистой системы, это может привести к тяжелым последствиям (инфаркт, тромбофлебит). Для предотвращения этого явления в крови имеется противосвертывающая система, препятствующая процессам внутрисосудистого свертывания крови. В печени и легких образуется антисвертывающее вещество -

Анатомия и физиология человека. Ткани тела.

гепарин, способное инактивировать тромбин, т.е. превращать его в неактивное состояние. Выделение гепарина регулируется нервной системой с центром в продолговатом мозгу. Имеется в крови еще и третья система, способная растворить образовавшийся фибриновый тромб, который должен быть удален, поскольку мешает заживлению раны. Фибринолизин появляется в плазме крови при определенных условиях и способен растворять образовавшийся тромб.

Свертывание крови не произойдет, если удалить из нее соли кальция. Соли кальция из крови можно удалить с помощью лимоннокислого натрия. Такая кровь называется цитратной и широко используется для переливания крови. Цитратную кровь можно сохранять в холодильнике до 30 дней (консервированная кровь). Ускорению свертывания крови способствуют: высокая температура, шероховатая поверхность сосуда, в котором находится кровь, а также витамин К. В конечном итоге свертывание крови осуществляется в результате взаимодействия факторов свертывания и противосвертывания, гармоничная работа этих систем обеспечивает нормальное функционирование систем органов.



2.6.2. ЛИМФА:

- бесцветная жидкость; образуется из тканевой жидкости, содержит в 3 – 4 раза меньше белков, чем плазма крови; реакция лимфы щелочная. Объем: 2 литра.
- Состав лимфы, оттекающей от разных органов и тканей, различается в зависимости от особенностей их обмена веществ (лимфа, оттекающая от печени, имеет наибольшее количество белка, от кишечника – липидов):
 - Тканевая жидкость (по составу близка к плазме крови, но содержит меньше белков);
 - В ней присутствует фибриноген, поэтому она способна свертываться. В лимфе нет эритроцитов, в небольших количествах содержатся незернистые лейкоциты (лимфоциты), проникающие из кровеносных капилляров в тканевую жидкость.

- **Функции:**
 - Возврат плазмы крови в кровеносную систему;
 - Транспорт жиров в составе холиномикронов (жировые капли в белке);
 - Защитная: очистка плазмы крови от микроорганизмов, вирусов и вредных продуктов белкового обмена.

2.6.3. РЫХЛАЯ НЕОФОРМЛЕННАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ.

Сопровождает кровеносные сосуды, поэтому присутствует во всех органах. Состоит из клеток и межклеточного вещества.

Клетки:

- **Фибробласты:**
 - Самые распространенные клетки соединительной ткани.
 - Форма отростчатая, границы размытые.
 - Малоподвижны (оседлые клетки).
 - Способны к размножению.
 - Образовывают основное вещество и волокна.
 - При патологических состояниях участвуют в образовании рубцовой и грануляционной ткани.
- **Макрофаги (гистиоциты):**
 - Располагаются одиночно или группами.
 - Форма круглая, реже - вытянутая, границы четкие, края неровные.
 - Способны к фагоцитозу - захвату и перевариванию частиц, накоплению зерен краски.
 - Количество макрофагов больше по ходу кровеносных сосудов и в жировой ткани.
 - При воспалении число макрофагов растет, к ним могут присоединяться моноциты (макрофаги из кровяного русла). И макрофаги и моноциты играют роль в обмене белков, полисахаридов, взаимодействуя с лимфоцитами в реакциях иммунитета, при которых уничтожаются микроорганизмы, нейтрализуются токсины.
- **Тучные клетки (лаброциты):**
 - Округлые клетки с небольшими отростками.
 - Содержат большие количества ферментов, гепарина и гистамина (влияют на свертываемость крови и проницаемость сосудов).
 - Участвуют в регуляции агрегатного состояния межклеточного вещества (разжижение/сгущение) благодаря способности не только выделять гистамин, но и связывать его излишки.
 - Посредством изменения агрегатного состояния межклеточного вещества тучные клетки способны контролировать проницаемость соединительной ткани и скорость обменных процессов в ней.
 - Число тучных клеток меняется в зависимости от физиологических состояний организма: увеличивается в матке и молочных железах при беременности, в органах пищеварения в разгар пищеварения. При патологических

состояниях также возможно увеличение количества тучных клеток.

- **Плазматические клетки:**
 - Клетки округло-овальной формы с ядрами, расположенными у одного из полюсов. Хорошо развита цитоплазматическая сеть с огромным количеством рибосом.
 - Активно участвуют в выработке белка.
 - Играют большую роль в иммунитете, образуя специфические белки - антитела.
 - Присутствуют в соединительной ткани многих органов. Наибольшее количество - в кроветворных органах: костном мозге, селезенке, лимфатических узлах.
- **Адвентициальные клетки:**
 - Клетки вытянутой формы, прилегают к стенкам кровеносных капилляров.
 - Способны превращаться в другие клеточные формы, поэтому их называют малодифференцированными (камбиальными). Они могут превращаться в фибробласты, макрофаги, клетки крови и даже в гладкомышечные клетки (в зависимости от условий).
- **Эндотелиальные клетки:**
 - Слой вытянутых плоских клеток, образующих кровеносные и лимфатические капилляры. Между клетками находится цементирующее вещество.
 - Обмен веществ между кровью и тканями происходит с активным участием эндотелия.
- **Пигментные клетки:**
 - Вытянутые клетки с отростками. В цитоплазме много зерен пигмента. Одни клетки могут сами вырабатывать пигмент, а другие - лишь захватывать.
 - Находятся в соединительной ткани сосудистой и радужной оболочки глаза, мошонке, сосках, около ануса и т.д.
- **Жировые клетки:**
 - Клетки шаровидной формы, содержат большую каплю нейтрального жира в центре. Ядра и цитоплазма оттеснены на периферию.
 - Как количество жира в каждой клетке, так и число самих жировых клеток может сильно меняться в зависимости от условий. При плохом питании даже зрелые жировые клетки могут потерять жир.
 - Обычно образуются из клеток, окружающих кровеносные сосуды.
 - В жировой ткани жировые клетки лежат плотно друг к другу, поэтому приобретают многоугольные очертания. Между ними находятся клетки соединительной ткани и волокна.
 - Жировая ткань - депо жировых веществ (энергии), участвует в процессах физической терморегуляции и

обмене веществ; выполняет механическую функцию, предохраняя органы от повреждения (амортизация), связывает кожу с мышцами, заполняет промежутки между органами.

Межклеточное вещество включает основное вещество, коллагеновые, эластические и ретикулиновые волокна.

- Основное вещество - гомогенно, представляет из себя коллоидную систему из мукополисахаридов (сложные углеводы), связанных с белками.
- Коллагеновые волокна (дающие клей) - поперечно исчерченные полосы из белка коллагена, сцементированного мукополисахаридами.
- Эластические волокна - ветвящиеся нити, способные сливаться друг с другом. Каждая нить состоит из протофибрилл без поперечной исчерченности. Содержат редкую аминокислоту (десмозин), обуславливающую способность к растяжению и сжатию.
- Ретикулиновые волокна - поперечно исчерченные тонкие фибриллы, сцементированные мукополисахаридами.

2.6.4. РЕТИКУЛЯРНАЯ (сетчатая) ТКАНЬ

- Состоит из ретикулярных клеток и основного вещества, в котором во всех направлениях проходят ретикулиновые волокна. Ретикулярные клетки контактируют друг с другом и с ретикулиновыми волокнами при помощи отростков.
ТИПЫ РЕТИКУЛЯРНЫХ КЛЕТОК:
 - **Базофильные** - малодифференцированные, способны превращаться в другие клетки (макрофаги, фибробласты).
 - **Фагоциты** - богаче органеллами, чем базофилы; способны к фагоцитозу и превращению в макрофагов.
- Из ретикулярной ткани построена слизистая оболочка кишечника, её много в печени, почках, по ходу дыхательных путей.
- Образует остов (**строму**) кроветворных органов - костного мозга, лимфатических узлов, селезенки. В ретикулярной строме **красного костного мозга**, заполняющего губчатое вещество плоских костей и эпифизов трубчатых костей, образуются эритроциты, гранулоциты и тромбоциты. В **лимфатических узлах**, расположенных по ходу кровотока, вырабатываются лимфоциты. **Селезенка** покрыта соединительнотканной капсулой с гладкомышечными клетками. От капсулы внутрь органа отходят отростки - трабекулы. Капилляры селезенки выстланы дырчатым эндотелием, сквозь который свободно проходят кровяные клетки. В красной ретикулярной ткани селезенки находятся элементы крови, в том числе созревающие, зрелые и гибнущие эритроциты. **Вилочковая железа (тимус)** функционирует во внутриутробном периоде и производит Т-лимфоциты, заселяющие периферические лимфоидные органы и структуры (лимфатические узлы, селезенка, лимфоидные скопления в стенке пищеварительного

канала). Таким образом, ретикулярная ткань принимает важное участие как в местных, так и в общих защитных реакциях организма и имеет большое значение в образовании иммунитета.

- В кроветворных органах ретикулярные клетки вступают в тесные взаимодействия со стволовыми кроветворными клетками и с созревающими клетками крови, что является необходимым условием кроветворения.
- В кроветворных органах ретикулярные клетки фагоцитируют старые и поврежденные клетки крови.

2.6.5. ПЛОТНАЯ ВОЛОКНИСТАЯ СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ

Содержит много волокон, входит в состав кожи, сухожилий, связок.

ТИПЫ ВОЛОКНИСТОЙ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ:

- **Плотная неоформленная соединительная ткань:**
 - Составляет основу кожи, обеспечивая высокую механическую прочность.
 - Представляет из себя сеть эластиновых волокон с переплетенными пучками коллагеновых волокон. Плавно переходит в рыхлую соединительную ткань.
 - Содержит мало основного вещества.
 - Виды клеток такие же, как в рыхлой соединительной ткани, но основной клеточной формой является фибробласт.
- **Плотная оформленная соединительная ткань:**
 - Строительный материал сухожилий, связок, фасций, апоневрозов, сухожильных центров, диафрагм и т.д.
 - Содержит большое количество пучков толстых коллагеновых волокон, между которыми находится сеть эластиновых волокон, окруженных небольшими прослойками основного вещества. Между волокнами параллельными рядами лежат фибробласты (сухожильные клетки).
 - Тонкие прослойки рыхлой соединительной ткани, окружающие группу пучков, несут в себе нервы и кровеносные сосуды.
 - Некоторые связки (истинные голосовые связки, выйная связка) состоят из параллельных тяжёлых эластиновых волокон. Эти волокна образуют мембраны и в крупных кровеносных сосудах, сердце, трахее, бронхах.

2.6.6. ХРЯЩЕВАЯ ТКАНЬ

- Состоит из клеток (**хондроцитов**) и волокон, расположенных в большом количестве плотного основного вещества. Основное вещество плотное и упругое с межклеточным веществом.
- Хрящ покрыт **надхрящницей**, состоящей из соединительной ткани, богатой веретеновидными клетками, сходными с фибробластами - **хондробластами**. Рост хрящевой ткани происходит за счет деления хондробластов и размножения

молодых клеток самого хряща, сопровождающегося увеличением количества межклеточного вещества.

- В хряще нет кровеносных сосудов, питание происходит за счет диффузии питательных веществ в хрящ из надхрящницы, богатой кровеносными сосудами.
- При патологических состояниях в хряще могут накапливаться в больших количествах соли кальция, ураты и др.
- Помимо опорной функции, хрящевая ткань принимает некоторое участие в обмене углеводов.

ТИПЫ ХРЯЩЕВОЙ ТКАНИ:

• ***Гиалиновый хрящ:***

- Встречается на ребрах, суставных поверхностях костей, в стенке дыхательных путей (трахея).
- Хондроциты лежат в межклеточном веществе поодиночке или в особых полостях.
- Межклеточное вещество состоит из коллагеновых (хондриновых) волокон и основного вещества, содержащего хондромукоид (хондроининсерная кислота, связанная с белками).

• ***Эластический хрящ:***

- Встречается в ушной раковине, надгортаннике, рожковидном и клиновидном хряще гортани.
- Строение сходно со строением гиалинового, он в межклеточном веществе имеет большое количество эластиновых волокон, образующих плотную трехмерную сеть.

• ***Волокнистый хрящ:***

- Основа межпозвоночных дисков, симфиза лобковых костей. Встречается в местах прикрепления связок, сухожилий и крупных мышц к костям.
- Отличается от гиалинового определенным направлением коллагеновых (хондриновых) пучков волокон, идущих параллельными рядами. Так же располагаются и хрящевые клетки.

2.6.7. КОСТНАЯ ТКАНЬ

- Внешний вид: костные пластинки, связанные друг с другом, и клетки между ними.
- Особая форма соединительной ткани, в которой межклеточное вещество обызвествлено. Межклеточное вещество состоит из основного вещества, в котором располагаются волокна и неорганические (минеральные) соли (кальция и фосфата). Волокна типа коллагеновых волокон соединительной ткани называются ***оссеиновыми***. Волокна и основное вещество между ними пропитаны солями кальция, фосфора, магния и др., которые образуют сложные соединения. В основном веществе имеются каналы (гаверсовы каналы), по которым проходят кровеносные сосуды и нервы. Основное вещество отлагается в виде концентрических колец (костных пластинок), образующих

стенки каналов, а клетки кости оказываются замурованными в полостях основного вещества.

- Костная ткань строит скелет и выполняет опорную функцию. Скелетный материал прочен только при сочетании органических и неорганических компонентов кости.
- Костная ткань, несмотря на прочность и плотность, постоянно обновляет свои составные вещества, происходит перестройка внутренней структуры кости и даже изменение её внешней формы.

ТИПЫ КЛЕТОК КОСТНОЙ ТКАНИ:

- **Остеоциты** - неспособные к митозу клетки отростчатой формы, со слабо выраженными органеллами. Расположены в полостях межклеточного вещества. Полости межклеточного вещества соединены тончайшими канальцами, в которые проникают отростки остеоцитов. Канальцы связаны с каналами, проходящими внутри кости и содержащими кровеносные сосуды, что обеспечивает пути для обмена веществ между остеоцитами и кровью.
- **Остеобласты** - содержат большое количество РНК, способны к делению. Остеобласты образуют костную ткань, выделяя межклеточное вещество и замуровываясь в нем после чего превращаются в остеоциты. В сформировавшихся костях остеобласты встречаются только в участках роста и регенерации костной ткани.
- **Остеокласты** - многоядерные клетки больших размеров с большим количеством лизосом в цитоплазме. Остеокласты образуют микроворсинки, направленные в сторону микроочага разрушения кости и хряща. Остеокласт выделяет ферменты, способные растворять костное вещество. Остеокласты принимают активное участие в процессах разрушения кости, а также при построении окончательной формы кости (разрушают обызвествленный хрящ и даже новообразованную кость).

ТИПЫ КОСТНОЙ ТКАНИ:

Грубоволокнистая кость:

- В основном веществе в различных направлениях проходят мощные пучки оссеиновых волокон.
- Без определенной ориентации располагаются остеоциты.
- Строительный материал костей скелета рыб и амфибий. У высших позвоночных в взрослом состоянии грубоволокнистая кость встречается в местах зарастания черепных швов и прикрепления к кости сухожилий.

Пластинчатая кость:

- Из пластинчатой костной ткани построена большая часть скелета взрослого человека.
- Диафиз трубчатой кости состоит из трех слоев. Пластины трех слоев охватывают кость целиком, образуя концентрическую слоистость.
- Через пластины внутрь кости проходят каналы, в которых идут кровеносные сосуды. Каналы окружены системой коаксиальных цилиндров, построенных из костных пластинок.

- Каждая пластинка представляет собой характерное основное вещество кости, в котором параллельными рядами идут пучки коллагеновых (оссеиновых) волокон. В двух смежных пластинках пучки оссеиновых волокон ориентированы под прямым углом друг к другу, что придает кости исключительную прочность.
- Остеоциты лежат между пластинками.
- Кость снаружи покрыта надкостницей (волоконистая соединительная ткань, содержит остеобласты, кровеносные сосуды и нервные окончания). Остеобласты при переломах костей активизируются и принимают участие в костеобразовании.

В костномозговой полости находится желтый костный мозг, состоящий в основном из жира, или красный костный мозг, образующий эритроциты и некоторые лейкоциты. В костной ткани имеются также клетки, разрушающие волокнистую ткань, так что кости постепенно изменяют свою форму под влиянием испытываемых ими нагрузок и напряжений

3. МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ.

3.1. ОСНОВНЫЕ ПРИЗНАКИ:

- Клетки содержат сократительные актин-миозиновые комплексы, формирующие волокна (миофибриллы). Механическая работа производится путем утолщения и укорачивания волокон (они способны только тянуть, но не толкать).

3.2. ЛОКАЛИЗАЦИЯ:

- Подкожные мышцы;
- Скелетные мышцы;
- Мышцы внутренних органов

3.3. РАЗВИТИЕ.

- Гладкая мышечная ткань развивается из мезенхимы.
- Поперечно-полосатая мышечная ткань развивается из мезодермы.

3.4. ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ.

Мышечные клетки способны к митотическим делениям.

3.5. ФУНКЦИИ:

- Перемещение тканей, органов, частей организма и самого организма.
- Изменение формы органов (матка, мочевого пузыря).
- Изменение диаметра каналов (сосуды, вены, капилляры, протоки желез).

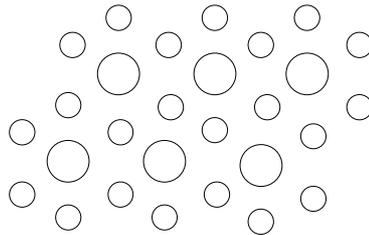
3.6. ВИДЫ МЫШЦ:

3.6.1. ПОПЕРЕЧНО-ПОЛОСАТЫЕ МЫШЦЫ.

3.6.1.1. СТРОЕНИЕ.

- Ткань построена из волокон длиной до 10 см. и толщиной 10-100 мкм, имеющих симпластическое строение (многоядерность) и поперечную исчерченность. Ядра занимают периферическое положение.
- К волокну прилежит **клетка - сателлит**, имеющая с ним общую оболочку (**сарколемму**), которая может участвовать в образовании волокна.

- В цитоплазме (саркоплазме) мышечных волокон упорядоченно располагаются **миофибриллы**, являющиеся важнейшей функциональной частью мышечного волокна. Миофибриллы образуют пучки непрерывных волокон, идущих от одного конца мышечного волокна до другого параллельно его оси. Диаметр миофибриллы не превышает 1 μ . Волокна поперечнополосатой мускулатуры имеют длину до 12 см и диаметр 10-150 μ . В каждом волокне находится до 100 миофибрилл. Сами миофибриллы состоят из продольных нитей, называемых миофиламентами. Существует два типа таких нитей: толстые (толщиной 10 нм, длиной 1,5 мкм) и тонкие (толщиной 5 нм и длиной 2 мкм), толстые нити состоят из белка миозина, а тонкие - из актина. Расположение их таково, что на поперечном разрезе каждая толстая нить окружена шестью тонкими, причем каждая такая группа в свою очередь служит центром группы из шести толстых нитей.



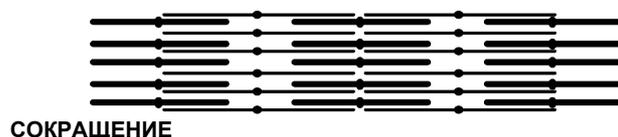
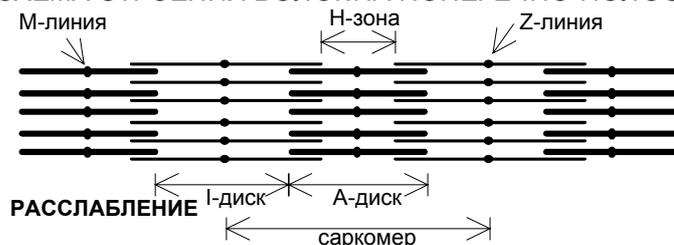
- Миофибриллы состоят из чередующихся светлых и темных участков. Эта исчерченность обусловлена чередованием темных (анизотропных) А-дисков и светлых (изотропных) I-дисков, которые состоят из молекул актина и миозина, соответственно. Актиновые нити образуются путем обратимой полимеризации глобул-мономеров актина. Миозину свойственна АТФазная активность. Актиновые и миозиновые нити взаимодействуют во время мышечного сокращения.
- В средней части А-диска имеется более светлый участок - Н-зона. В центре Н-зоны расположена М-линия, на которой стыкуются хвосты толстых миозиновых филаментов. В покоящейся мышце в зоне Н нет тонких филаментов, а в диске I - толстых. Через середину I-диска проходит Z-линия. Z-линии во всех фибриллах совпадают, образуя плоскость, пересекающую мышечное волокно в поперечном направлении. Соответственно совпадают А- и I-диски всех мышечных волокон. Пучок фибрилл, заключенный между двумя соседними Z-линиями - **саркомер**. Каждый саркомер является структурно-функциональной сократительной единицей и включает:
 - **сеть поперечных Т-трубочек**, расположенных перпендикулярно к длинной части волокна и соединяющихся с наружной поверхностью клетки. Главная функция Т-системы состоит в быстрой передаче потенциала действия от клеточной мембраны к миофибриллам;
 - **саркоплазматический ретикулум**, который занимает до 10% объема клетки. Саркоплазматический ретикулум обеспечивает внутриклеточный ток ионов Ca^{2+} . Участки соприкосновения Т-трубочек и саркоплазматического ретикулума состоят из небольшой трубочки в центре и двух цистерн ретикулума по бокам (триады). В скелетной

мышце триады прилегают к каждому участку, где перекрываются актиновые и миозиновые диски. На каждый саркомер приходится по 2 триады;

- **несколько митохондрий.**

В мышечном волокне содержатся также регуляторные белки тропомиозин и тропонин. Тропомиозиновые и тропониновые нити прикрепляются к более крупным актиновым нитям и регулируют взаимодействие актина с миозином. Тропонин обладает высоким сродством к ионам Ca^{2+} и реакция между ними может служить пусковым механизмом для мышечного сокращения.

СХЕМА СТРОЕНИЯ ВОЛОКНА ПОПЕРЕЧНО-ПОЛОСАТОЙ МЫШЦЫ



3.6.1.2. РАСПРОСТРАНЕНИЕ.

Из поперечно-полосатой ткани состоят:

- скелетная мускулатура,
- мышцы рта,
- мышцы глотки,
- мышцы гортани,
- мышцы верхнего участка пищевода,
- мышцы диафрагмы,
- мимическая мускулатура.

Мышцы прикреплены к костям.

3.6.1.3. СВОЙСТВА.

Поперечнополосатая мускулатура отличается от гладкой строением и особенностями физиологических процессов. Группа мышечных волокон с подходящим к ней аксоном двигательной нервной клетки, который, разветвляясь, иннервирует эту группу мышечных волокон, называется двигательной единицей. Количество мышечных волокон, входящее в двигательную единицу, и их размеры, может быть различным. Малые двигательные единицы находятся преимущественно в мышцах пальцев, кисти, мимических мышцах лица

- **Возбудимость** (электрическая): Разряд двигательных нейронов в области нервно-мышечного соединения (двигательной концевой пластинки) высвобождает медиатор ацетилхолин, который взаимодействует с рецепторами постсинаптической мембраны. Эти рецепторы открывают ионные каналы (Na^+ & K^+) постсинаптической мембраны, которая благодаря этому деполяризуется. Между деполяризованным участком мембраны и соседними участками несинаптической мембраны, сохранившими прежний потенциал, возникает электрический ток. Если величина этого тока достигает пороговой величины, в соседних участках мембраны возникает потенциал действия, распространяющийся вдоль всего мышечного волокна. В области нервно-мышечного

синапса находится также ацетилхолинэстераза, способная быстро расщеплять ацетилхолин и, тем самым, восстанавливать исходное состояние синапса.

- **Проводимость:** электрические сигналы передаются вглубь мышечного волокна по системе Т-трубочек.
- **Произвольное сокращение** (в ответ на импульсы, идущие из коры больших полушарий головного мозга). Некоторые группы мышц способны сокращаться автоматически.

Сокращение мышцы может наступить при условии, что сила раздражения достигает определенной величины. Наименьшая сила раздражения, вызывающая самое слабое сокращение мышцы, называется пороговым раздражением. Раздражение меньшей силы, не вызывающее сокращения, называется предпороговым, а раздражение большей силы - надпороговым.

В лабораторных условиях на нервно-мышечном препарате изучается одиночное мышечное сокращение. На миограмме одиночного мышечного сокращения различают три фазы:

- латентный период (скрытое возбуждение) продолжительностью около 0,005 с - промежуток между воздействием стимула и началом видимого укорочения мышц;
- период сокращения продолжительностью 0,04 с, в течение которого мышца укорачивается и производит работу;
- период расслабления - самый длительный период (0,05 с), во время которого мышца возвращается к своей исходной длине.

Последовательность событий, приводящих к сокращению мышцы, такова:

- Потенциал-чувствительные Ca^{2+} -каналы саркоплазматического ретикулама открываются после чего Ca^{2+} выходит в саркоплазму и перемещается к актин-миозиновым комплексам. Быстрые волокна скелетных мышц подчиняются закону "все или ничего": подпороговые стимулы не вызывают потенциала действия и высвобождения Ca^{2+} . Однако, как только интенсивность стимула превысит пороговый уровень, происходит генерация распространяющегося потенциала действия и максимальное высвобождение Ca^{2+} . Таким образом, сила сокращения отдельного волокна не зависит от интенсивности стимула. С другой стороны, стимул, который едва превышает порог, вызывает ответ только в ближайших волокнах, поэтому для возбуждения всех волокон требуется более значительный по величине стимул. (Двигательная единица состоит из одного мотонейрона и группы иннервируемых им мышечных волокон; в пределах одной двигательной единицы все волокна находятся либо в состоянии возбуждения, либо расслабляются.). Таким образом, только сверхмаксимальное раздражение может активировать целую мышцу однородно.
- После связывания Ca^{2+} с тропонином актиновые нити приобретают способность обратимо связываться с головками миозиновых нитей.
- Головки миозина совершают АТФ-зависимые маятникообразные движения и, подобно веслам, вызывают скольжение актиновых нитей относительно миозиновых. В результате мышца сокращается.

- **АТФ-зависимое расслабление:** Актин и миозин возвращаются в прежнее состояние после диссоциации Ca^{2+} от молекул тропонина. Диссоциация происходит вследствие понижения концентрации Ca^{2+} в саркоплазме до 10^{-8} благодаря АТФ-зависимому насосу, накачивающему ионы Ca^{2+} против концентрационного градиента внутрь цистерн саркоплазматического ретикулума. Таким образом, как для сокращения, так и для расслабления необходима энергия АТФ. Если АТФ исчерпана, но расслабления не наступает и возникает контрактура, переходящая в случае смерти в трупное окоченение (*rigor mortis*). Если стимуляция мышечных волокон происходит с такой частотой, что Ca^{2+} не успевает убираться из саркоплазмы, мышца, не успев расслабиться, начинает вновь сокращаться, причем при каждом новом сокращении общая амплитуда и длительность сокращения становятся больше. Такое сокращение называется **тетанусом**. При интенсивной мышечной нагрузке может наступать утомление. Утомлением называют временное снижение работоспособности, наступающее при функционировании и исчезающее после отдыха.

3.6.1.4. РАЗНОВИДНОСТИ ПОПЕРЕЧНО-ПОЛОСАТОЙ МУСКУЛАТУРЫ.

С физиологической точки зрения в поперечно-полосатой мышечной ткани принято различать два типа мышечных волокон:

- **Белые (гликолитические):**
 - Отличаются большим диаметром, многочисленными миофибриллами, малым количеством саркоплазмы, невысоким содержанием миоглобина, немногочисленными митохондриями.
 - Обеспечивают быстрые, но кратковременные сокращения за счет АТФ, поступающей из гликолитического пути расщепления углеводов.
- **Красные (тетанические):**
 - Отличаются малым диаметром, небольшим количеством миофибрилл, значительным количеством саркоплазмы, высоким содержанием миоглобина, многочисленными митохондриями.
 - Обеспечивают медленные, но длительные (тетанические) сокращения за счет поступления АТФ из дышащих митохондрий.

3.6.2. ГЛАДКИЕ МЫШЦЫ

3.6.2.1. СТРОЕНИЕ.

- Гладкие мышцы имеют клеточное строение.
- Клетки (**миоциты**) веретеновидной или звездчатой формы, длиной до 0.1 см.
- Ядро расположено в центре клетки, его форма эллипсоидная, но при сильном сокращении становится штопорообразной.
- Помимо обычных органелл, содержат большое количество **миофибрилл**, которые состоят из тонких нитей - **протофибрилл** (толщина 10 нм.). Миофибриллы обеспечивают сокращение мышечной клетки, причем одновременно сокращаются целые

группы клеток, примыкающие друг к другу. Гладкие мышечные волокна отличаются от поперечнополосатых мышц тем, что под микроскопом в их миофибриллах чередующихся темных и светлых полос не обнаружено, поскольку актин-миозиновые комплексы расположены менее упорядоченно. Волокна гладкой мускулатуры сравнительно коротки, их максимальная длина не превышает 500 μ , встречаются волокна длиной 15 μ .

3.6.2.3. РАСПРОСТРАНЕНИЕ.

- Гладкомышечные клетки находятся в стенках полых органов (оболочки кровеносных сосудов, поддиафрагмального отдела пищеварительного тракта, мочеполовых органов и др.).
- Почти вся мышечная ткань внутренних органов, имеет ли она вид отдельного слоя или отдельных пучков, является гладкой мышечной тканью. Исключения: язык, гортань, верхний участок пищевода.

3.6.2.3. СВОЙСТВА.

- Сокращение гладкомышечной ткани произвольное (не управляется силой воли, контролируется вегетативной нервной системой).
- Сокращение гладкой мышцы тоническое, медленное, без большой затраты энергии. Большое значение для гладкой мышечной ткани имеют соединительно-тканые прослойки, несущие кровеносные сосуды. Это связано с тем, что АТФ, необходимая для сокращения мышцы, поставляется митохондриями, которым необходим кислород. Митохондрии способны длительное время генерировать АТФ, поэтому гладкие мышцы могут работать достаточно долго без утомления.

3.6.3. СЕРДЕЧНАЯ МЫШЦА (МИОКАРД) - волокна, имеющие черты как поперечно-полосатой, так и гладкой мускулатуры. От скелетной мышцы миокард отличается наличием анастомозов (цитоплазматических мостиков) между мышечными волокнами. Мышечное "волокно" миокарда составлено из отдельных клеток (миофибриллы, в отличие от скелетных мышц, не проникают из одной клетки в другую). Каждая мышечная клетка также имеет сарколемму, саркоплазму с миофибриллами и ядра, расположенные в центре. Миофибриллы характеризуются поперечной исчерченностью, но расположены редко и занимают краевое положение в мышечном волокне. В саркоплазме мышечных клеток хорошо развит гранулярный эндоплазматический ретикулум. В миокарде присутствует сильно развитый трехмерный митохондриальный ретикулум. Ввиду сильной потребности митохондрий в кислороде каждое волокно окружено тонковолокнистой соединительной тканью, в которой проходят кровеносные капилляры.

ЭНЕРГЕТИКА МЫШЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

В организме имеют место не одиночные, а длительные, или тетанические, сокращения скелетных мышц (тетанус). Во время тетануса нервные импульсы поступают с такой частотой (несколько сот в секунду), что расслабление между последовательными одиночными сокращениями произойти не успевает. Форма длительного (тетанического) сокращения зависит от частоты импульсов. Если частота импульсов меньше продолжительности одиночного сокращения (0,1 с), то возникает серия одиночных мышечных сокращений. Если же частота будет больше и следующий импульс поступает в момент расслабления мышцы, сокращение приобретет форму зубчатого тетануса. При дальнейшем возрастании частоты

Анатомия и физиология человека. Ткани тела.

импульсов они будут поступать в мышцу, которая не успевает расслабиться, возникают непрерывные сокращения и развивается гладкий тетанус. При тетаническом сокращении отдельные мышечные волокна получают импульсы не одновременно, а поочередно; хотя отдельные мышечные волокна то сокращаются, то расслабляются - в целом мышца остается частично сокращенной.

Мышцы в живом организме никогда, даже при покое, не бывают полностью расслаблены, они находятся в состоянии некоторого напряжения - тонуса. Мышечный тонус поддерживается редкими импульсами, поступающими в мышцы из центральной нервной системы. Благодаря мышечному тонусу поддерживается устойчивость и положение тела. Полагают, что отдельные волокна сокращаются поочередно, т.е. каждое отдельное волокно имеет возможность полностью восстановить свое исходное состояние. Сокращения гладких мышц более медленны и длительны, они могут долгое время оставаться в сокращенном состоянии, но оно не является тетанусом, который характерен для поперечнополосатой мускулатуры. У гладких мышц пороговое раздражение выше, чем у поперечно-полосатых мышц, следовательно они более растяжимы. Скелетные мышечные волокна сокращаются и расслабляются за 0,1 с; сердечной (поперечно-полосатой) мышце для этого требуется от 1 до 5 с, а гладкой мышце - от 3 до 180 с (при этом продолжительность всех фаз сокращения больше). Гладкая мышца может находиться в состоянии длительного тонического укорочения, по-видимому, без затраты энергии благодаря реорганизации белковых цепей, из которых состоят ее волокна.

Мышца не может производить работу непрерывно. При длительном сокращении наступает постепенное снижение работоспособности мышц. Такое состояние носит название мышечного утомления, сокращения становятся более замедленными. Работающим мышцам свойственен интенсивный обмен веществ, сопровождающийся сложными химическими превращениями с выделением и тратой большого количества энергии. Одни химические реакции протекают с участием кислорода, другие - без него. Количество гликогена, кислорода, фосфокреатина и АТФ во время сокращения мышцы уменьшается, а количество углекислоты, молочной кислоты и неорганического фосфора возрастает. В анаэробную фазу в мышце происходит распад сложных фосфорных соединений: аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) с образованием неорганического фосфата, аденозиндифосфорной кислоты (АДФ) и энергии, расходуемой непосредственно при сокращении. Затем происходит расщепление фосфокреатина в присутствии АДФ на креатин и фосфорную кислоту и образование АТФ (ресинтез АТФ). Существует мнение, что энергия, выделившаяся при расщеплении фосфокреатина, расходуется главным образом на мышечное сокращение. Одновременно в анаэробную фазу происходит распад гликогена с образованием молочной кислоты, фосфорной кислоты и выделением энергии, используемой на ресинтез органических фосфатов (ресинтез фосфокреатина и др.). В анаэробную фазу часть молочной кислоты (1/3) распадается до конечных продуктов - воды и углекислого газа с выделением энергии, за счет которой другая часть молочной кислоты (2/3) вновь превращается в гликоген, при этом восстанавливаются АТФ и фосфокреатин. Значительная часть энергии, образующаяся в мышце в результате химических процессов, расходуется на образование тепла. Миозин при мышечном сокращении является не только сократительным белком, но и ферментом, катализирующим расщепление АТФ до АДФ и неорганического фосфата.

Таким образом, мышечное сокращение связано со следующими химическими реакциями:

1. АТФ → неорганический фосфат + аденозиндифосфат + энергия (используемая для сокращения как такового);
2. фосфокреатин + АДФ → креатин + АТФ;
3. гликоген → промежуточные продукты → молочная кислота + энергия (используемая в ресинтезе органических фосфатов);
4. часть молочной кислоты + O₂ → CO₂ + H₂O + энергия (используемая в ресинтезе гликогена из остальной молочной кислоты и в ресинтезе АТФ и фосфокреатина).

При очень большом напряжении, например при беге на 100 м, гликоген расщепляется до молочной кислоты быстрее, чем может окисляться молочная кислота, и происходит накопление последней. В таких случаях говорят, что мышца имеет кислородную задолженность (мышечное утомление), которая компенсируется усиленным вдыханием кислорода, достаточного для окисления части молочной кислоты и получения таким путем энергии для ресинтеза гликогена. Основная причина утомления - накопление молочной кислоты. Животные начинают ощущать усталость еще до полного истощения запасов

органических веществ в мышцах. В целом организме работоспособность мышц зависит от функционального состояния многих систем органов: сердечно-сосудистой, дыхательной, желез внутренней секреции и др.

Длительное, судорожное сокращение (иногда необратимое) мышцы, продолжающееся, несмотря на прекращение раздражения, называется контрактурой. Такое состояние наступает при нарушении обмена веществ или изменении белков в мышцах. Особым видом контрактуры является трупное окоченение, наступающее после смерти. Окоченение мышц трупа начинается через 3-4 часа после смерти и продолжается несколько часов, после чего мышцы снова расслабляются. Такие мышцы теряют гибкость и растяжимость, в них накапливается большое количество молочной кислоты, поэтому изменяются их реакции.

4. НЕРВНАЯ ТКАНЬ.

Клетки нервной ткани специализированы для проведения электрохимических импульсов и называются нейронами. Нейрон имеет тело - расширенную часть, содержащую ядро, и два или большее число отростков, отходящих от тела. Нейроны объединены в цепи для передачи в организме импульсов на большие расстояния. Нервные волокна, идущие от спинного мозга к конечностям, могут достигать 1 м в длину. Различают два типа отростков: длинные аксоны, проводящие импульсы от тела клетки к периферии, и короткие дендриты проводящие импульсы к телу клетки. Соединение между аксоном одного нейрона и дендритом другого называется синапсом, в нем импульс может проходить только с аксона на дендрит. Нейроны имеют различные размеры и форму, но все построены по единому плану.

4.1. ОСНОВНЫЕ ПРИЗНАКИ:

- Возбудимость: плазмалемма клеток содержат переносчики ионов, придающие способность к возбуждению (электрохимический процесс в нервной ткани в ответ на раздражение);
- Проводимость - способность к проведению раздражения ($V=120$ м/с):

4.2. ЛОКАЛИЗАЦИЯ:

- Кожа, мышцы;
- Внутренние органы
- Головной и спинной мозг, нервные ганглии.

4.3. РАЗВИТИЕ:

Нейроциты и макроглия развиваются из нервной трубки (эктодермальное происхождение), а микроглия - из мезенхимы.

4.4. ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ:

- Деление нервных клеток осуществляется только в период внутриутробного развития. Восстановления погибших нервных клеток, как правило, не происходит.
- Перерезанный нервный ствол в периферической его части подвергается распаду (валлеровской дегенерации). Регенерация нервных волокон происходит за счет роста центрального конца перерезанного нерва. Периферический нерв растет со скоростью 1-4 мм в сутки и может врастать в старую миелиновую оболочку (если попадет в неё).

4.5. ФУНКЦИИ:

- Все элементы нервной ткани составляют единую нервную систему организма, которая:

- осуществляет взаимосвязь тканей и органов внутри организма;
- связь организма с внешней средой.

4.6. ВИДЫ:

4.6.1. НЕРВНЫЕ КЛЕТКИ (НЕЙРОЦИТЫ).

Нейроциты развиваются из нервной трубки (эктодермальное происхождение).

ФУНКЦИИ:

- восприятие раздражения,
- возбуждение,
- выработка нервного импульса,
- проведение нервного импульса.

СТРОЕНИЕ.

- Крупные клетки (4-130 мк).
- Форма отростчатая.
- Состоят из тела, отростков и окончаний, образованных этими отростками. Основная масса нейроцитов имеет много отростков (**мультиполярные нейроциты**). **Биполярные нейроциты** имеют два отростка, **униполярные нейроциты** - один.
- Отростки разделяются на **дендриты** и **нейриты (аксоны)**. Дендриты несут импульс к телу нервной клетки, нейриты - от него. Дендритов может быть много, нейрит всегда один. Распространена **ложноуниполярная форма нейроцитов**, у которых нейрит и дендрит приближены друг к другу и отходят от тела в виде одного отростка, который затем Т-образно делится. Длина отростков у человека сильно варьирует (от нескольких микрон до 1.5 м).
- Нейроциты имеют, как правило, одно ядро. В некоторых вегетативных нервных узлах нередко встречаются двуядерные и многоядерные клетки. Ядра нейроцитов округлые, с неконденсированным хроматином (нет митозов), что придает им вид светлых пузырьков. Располагаются ядра обычно в центре тела нейроцита.
- Цитоплазма нейроцита содержит все органеллы, включения гликогена, пигментов, железа. В связи с сильными энергетическими нагрузками (АТФ-зависимые ионные насосы) нейроциты содержат много митохондрий. Особенно много митохондрий у места отхождения нейрита и в конечных ветвлениях отростков.
- Некоторые нервные клетки способны выделять нейросекреты (нейроциты гипоталамической области головного мозга и т.д.). В этих клетках находятся разной величины гранулы и капли секрета.
- Базофильная субстанция - характерный признак нейроцитов. Представляет собой хорошо развитый гранулярный эндоплазматический ретикулум с большим количеством рибосом. При перенапряжениях нейронов и патологических состояниях базофильная субстанция исчезает.
- Нейрофибриллы - тонкие нити в цитоплазме нейроцитов, образующие густую сеть. В теле нейроцита расположены

хаотично, в отростках - располагаются параллельно друг другу и идут вдоль волокон.

КЛАССИФИКАЦИЯ НЕЙРОЦИТОВ ПО ФУНКЦИЯМ.

1. **Чувствительные нейроны** своим дендритом связаны с тканью, где они получают раздражение, и затем по нейриту передают его вставочным или двигательным клеткам. Имеют чаще ложноуниполярную форму и располагаются в спинномозговых нервных узлах, чувствительных узлах черепных нервов, в органах чувств.
2. **Вставочные клетки** - мультиполярные нейроны, которые своими дендритами воспринимают импульс от чувствительных или от вставочных нервных клеток и по нейритам передают его двигательным или тоже вставочным клеткам, которые составляют почти всю центральную нервную систему.
3. **Двигательные клетки (мотонейроны)** - имеют мультиполярную форму, получают импульсы по своим дендритам от чувствительных и вставочных клеток и по нейритам передают их мышцам, где нейриты двигательных клеток образуют двигательные окончания. Двигательные нервные клетки для поперечно-полосатых мышц лежат в ядрах передних рогов спинного мозга и двигательных ядрах стволовой части мозга. Двигательные нервные клетки для гладких мышц находятся в вегетативных ганглиях и во внутристеночных нервных узлах.

НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА.

- Нервные волокна - отростки нервных клеток, покрытые оболочками.
- Оболочки образованы глией (олигодендроглией).
- Центр волокна составляет отросток нервной клетки, осевой цилиндр (аксон).
- Аксон состоит из нейроплазмы и продольно идущих нейрофибрилл.
- Нервные волокна, окруженные соединительной тканью, составляют периферические нервные стволы, которые в органах распадаются на более мелкие пучки, а те в свою очередь на отдельные волокна. Волокна переходят в чувствительные или двигательные окончания.

ТИПЫ НЕРВНЫХ ВОЛОКОН.

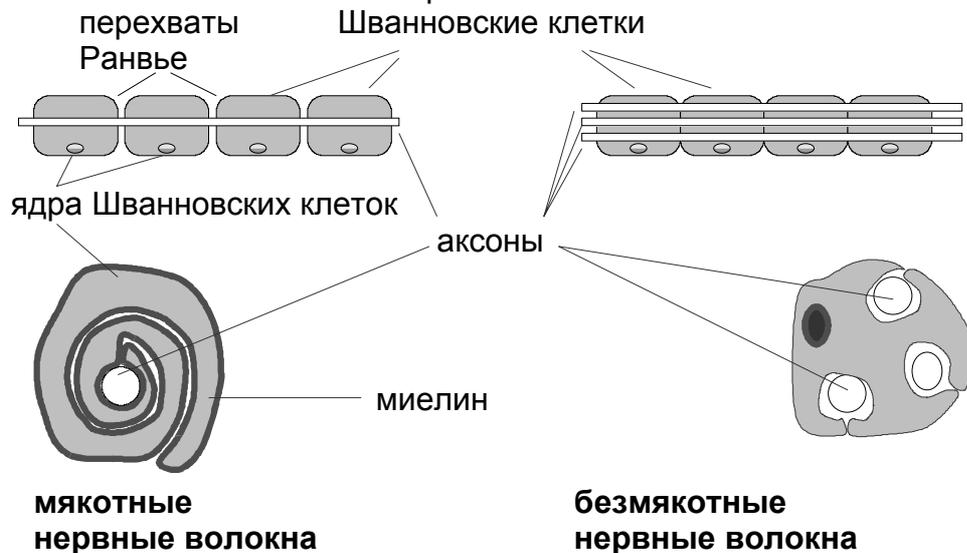
1. **Мякотные нервные волокна (миелиновые).**

- Одеты толстой оболочкой, имеющей сложное строение.
- Шванновская оболочка (неврилема) состоит из Шванновских клеток. Клетки многократно обернуты спиралью вокруг аксона. Внутренняя часть спирали представляет из себя "миелиновую оболочку". На срезе она имеет слоистое строение, в ней чередуются концентрические слои липоидов и белков. Миелиновой оболочки нет в области перехватов Ранвье. Ядра Шванновских клеток расположены во внешней части спирали между перехватами Ранвье. Перехваты разделяют границы смежных шванновских клеток.
- Миелиновые волокна характеризуются высокой скоростью проведения нервного импульса.

- Миелиновые волокна входят преимущественно в состав центральной нервной системы.

2. Безмякотные нервные волокна (волокна кабельного типа).

- Шванновские клетки этих волокон не содержат миелина.
- Шванновские клетки тесно соприкасаются, не образуя перехватов Ранвье, и образуют тяжи протоплазмы, в которых на определенном расстоянии друг от друга лежат ядра этих клеток.
- Вглубь тяжей из рядов Шванновских клеток погружено несколько аксонов.
- Безмякотные волокна проводят нервный импульс с невысокой скоростью.
- Безмякотные нервные волокна находятся большей частью в составе вегетативной нервной системы.



НЕРВНЫЕ ОКОНЧАНИЯ.

1. Рецепторы (чувствительные нервные окончания).

- Концевые разветвления дендритов чувствительных нейроцитов.
- Находятся во всех тканях организма и воспринимают различные раздражения (болевые, температурные, химические, механические и пр.).
- Глиальные клетки, входящие, как правило, в состав всех видов рецепторов, играют определенную роль в процессе образования нервного импульса. Глия выполняет роль трансформатора, который переводит энергию раздражителя в такую форму, которая вызовет образование нервного импульса.

ТИПЫ РЕЦЕПТОРОВ:

- **Простые рецепторы** (свободные) образуются потерявшими мякотную оболочку разветвлениями дендрита. Встречаются во всех тканях. Мякотные волокна теряют миелин и распадаются на тонкие концевые ветви. Часто такие разветвления одного волокна располагаются и в соединительной ткани, и на мелких кровеносных сосудах, и в эпителии.

- **Сложные рецепторы** (несвободные) включают в свой состав оболочку из клеток глии, окружающую осевой цилиндр. Оболочка может быть покрыта соединительнотканной капсулой (**инкапсулированные окончания**). В таких случаях волокна теряют миелин, осевые цилиндры вместе с Шванновской глией ветвятся. Соединительная ткань образует вокруг этих разветвлений капсулу. Одной из таких форм рецепторов являются концевые колбы (**колбы Краузе**). В центре такой колбы располагается осевой цилиндр волокна, окруженный глией, которая образует внутреннюю колбу. По-видимому, так устроены терморепцепторы. Подобным же образом устроены **осязательные тельца (тельца Мейснера)** и **пластинчатые тельца (тельца Фатера-Пачини)**, которые воспринимают давление. Тельце Мейснера много под эпидермисом кожи, тельце Фатера-Пачини - в глубоких частях кожи и во внутренних органах. **Нервно-мышечные веретена** реагируют на растяжение мышц и находятся как в соединительно-тканых прослойках, так и на самих мышечных волокнах. На поверхности мышечных волокон нервные волокна образуют обильные разветвления и спиралеобразные намотки с большим количеством ядер глии. И мышечное волокно, и нервные разветвления на нем покрыты веретенообразной соединительнотканной капсулой.

2. Двигательные (моторные) нервные окончания).

- Образованы концевыми ветвлениями нейритов моторных клеток, лежащих в двигательных ядрах спинного и головного мозга и в ядрах вегетативной системы.
- Моторные окончания в **гладких мышцах** представлены только концевыми веточками безмякотных нервных волокон, которые подходят к гладкомышечной клетке и образуют на ней синаптические бляшки.
- В **поперечнополосатых мышцах** двигательные окончания называются моторными бляшками. Прежде чем образовать такую бляшку, периферическое нервное волокно теряет миелиновую оболочку. моторная бляшка представляет собой концевые разветвления осевого цилиндра нервного волокна, погруженного в саркоплазму мышечного волокна, содержащую округлые ядра. Концевые ветви нейрита контактируют с плазмалеммой мышечного волокна, которая обволакивает эти ветви. Между оболочкой ветвей нейрита и сарколеммой находится синаптическая щель.

4.6.2. НЕЙРОГЛИЯ.

ФУНКЦИИ:

- опорная,
- трофическая (питающая),
- секреторная,
- защитная.

СОСТАВ:

Нейроглия состоит из большого числа клеток, выполняющих различные функции.

ВИДЫ НЕЙРОГЛИИ:

1. МАКРОГЛИЯ

Макроглия развивается из нервной трубки (эктодермальное происхождение).

Эпендимная глия выстилает спинномозговой канал и желудочки мозга. Её клетки имеют длинный отросток, могут иметь реснички.

Функция: опорная и секреторная (**цереброспинальный флюид**, или **спинномозговая жидкость** образуется этой глией).

Астроглия состоит из огромного количества многоотростчатых клеток и представляет собой опорный аппарат центральной нервной системы. Цитоплазма астроцитов богата митохондриями, что указывает на их трофическую функцию.

Олигодендроглия окружает тела нейроцитов центральной и периферической нервной системы, образует оболочки нервных волокон, ходит в состав двигательных и чувствительных нервных окончаний. Клетки имеют разнообразные формы и размеры. Функция: трофическая (клетки глиии непосредственно и тесно контактируют с кровеносными капиллярами, перерабатывают получаемые вещества и передают нервным клеткам уже готовые высокомолекулярные соединения). Некоторые патологические процессы могут быть связаны с поражением этой глиии и с последующими изменениями нейроцитов. Клетки олигодендроглии, входящие в состав нервных окончаний, играют важную роль в восприятии и проведении нервного импульса.

2. МИКРОГЛИЯ.

Состоит из подвижных отростчатых клеток, выполняющих фагоцитарную функцию. Микроглия развивается из мезенхимы.

Иногда выделяют еще один тип тканей:

5. РЕПРОДУКТИВНАЯ ТКАНЬ.

Репродуктивная ткань состоит из яйцеклеток - у особей женского пола и сперматозоидов (или спермиев) - у особей мужского пола.

Яйцеклетка, имеющая обычно шаровидную или овальную форму, неподвижна. У большинства животных, за исключением высших млекопитающих, цитоплазма яйца содержит большое количество желтка, который служит для питания развивающегося организма с момента оплодотворения и до тех пор пока он не становится способным к самостоятельному добыванию пищи.

Сперматозоиды много меньше яйцеклеток, они утратили большую часть цитоплазмы и приобрели хвост, помогающий их передвижению. Типичный сперматозоид состоит из головки (в ней находится ядро), шейки и хвоста. Форма сперматозоидов у разных животных различна. Поскольку яйцеклетки и сперматозоиды развиваются из ткани яичников и семенников, имеющих эктодермальное происхождение, их часто относят к эпителиальным тканям.