Лекция №16. Гомеостаз. Состав, свойства, функции крови

Внутренняя среда организма не имеет контакта с внешней средой. Она отделена от неё специальными структурами, которые получили название внешних барьеров. К ним относятся кожа, слизистые оболочки, эпителий ЖКТ. К внутренней среде организма относится три жидкости: **кровь, лимфа и межклеточная жидкость..**

Кровь — жидкая ткань, количество которой у взрослого человека составляет 5 — 6 литров (7 — 8% массы тела).

Относительная плотность ее равна 1,052—1,064. Кровь циркулирует по кровеносным сосудам. В сети капилляров она обменивается веществами с межклеточной жидкостью. Через стенку капилляров питательные вещества и кислород переходят к клеткам, а продукты обмена поступают обратно в кровь.

Лимфа — жидкая ткань, образующаяся из тканевой жидкости в слепо начинающихся лимфатических капиллярах: избыток межклеточной жидкости поступает в них через крупные поры между эндотелиоцитами. Благодаря этому в просвет микрососудов могут проникать белковые и жировые молекулы. В течение суток в организме образуется 2—4 литра лимфы. При этом одновременно в лимфатических сосудах ее количество составляет около 0,5 —1,0 л.

Лимфа содержит клеточные элементы. В основном это клетки иммунной системы — лимфоциты, которые играют важную роль и в защите организма от инфекционных заболеваний.

Гомеостаз

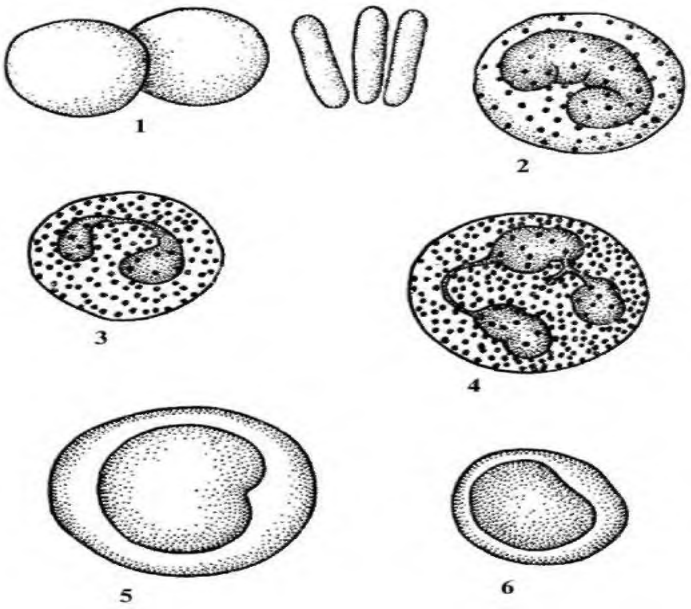
Внутренняя среда организма отличается своим постоянством. В организме поддерживаются на определенном уровне температура, pH крови и лимфы, химический состав жидких сред.

Несмотря на меняющиеся внешние условия, основные биохимические показатели внутренней среды остаются практически одними и теми же. При изменении какого-либо фактора внутренней среды в организме включаются мощные системы саморегуляции. Они обеспечивают работу органов и систем, направленную на восстановление постоянных для индивида физиологических и биохимических показателей. Такая совокупность механизмов, обеспечивающих поддержание **постоянства внутренних сред организма, называется гомеостазом.**

При выполнении тяжелой физической работы ткани активно потребляют кислород. Его количество в крови, межклеточной жидкости уменьшается, а концентрация углекислого газа, наоборот, увеличивается. Возрастание концентрации С02 улавливается специальными рецепторами, которые передают эту информацию в дыхательный центр. В ответ увеличивается частота дыхания и за единицу времени значительно большее количество кислорода поступает в

кровь и более активно из организма выводится углекислый газ. Одновременно усиливается кровоток в тканях. При этом ускоряется отток крови с растворенным в ней углекислым газом к легким и приток крови с высоким содержанием кислорода от легких к тканям, что обеспечивает поддержание гомеостаза газового состава.

Форменные элементы крови



1 - эритроциты;
2 - базофил;
3 - эозинофил;
4 - нейтрофил;
5 - моноцит;
6 - лимфоцит.

Функции и состав крови

Кровь как внутренняя среда организма выполняет ряд важных функций.

Основные из них следующие:

1) дыхательная — перенос кислорода от легких к тканям и углекислого газа в обратном направлении;

2) питательная — транспорт питательных веществ к клеткам организма;

3) выделительная — участие в выведении продуктов жизнедеятельности клеток (мочевины, мочевой и молочной кислот) из организма;

4) терморегуляционная функция - осуществляется благодаря большой теплоемкости крови; ее перераспределение по организму способствует сохранению тепла во внутренних органах;

5) регуляторная — перенос гормонов от эндокринных желез к клеткам организма;

6) защитная — обеспечение иммунных реакций против инфекционных агентов и токсинов;

7) гомеостатическая — поддержание постоянства внутренней среды организма.

Кровь состоит из:

- плазмы крови,
- форменных элементов.

Плазма — жидкая часть крови. Она составляет примерно 55 % всего ее объема. Главным компонентом плазмы является вода (около 90 %). Сухой остаток составляют органические и неорганические вещества.

Основные органические вещества плазмы крови — белки.

В первую очередь это альбумины, глобулины и липопротеиды.

Всего в 1 л крови содержится:

- белка 65 — 85 г.
- Альбуминовая фракция составляет 35 — 50 г/л;
- глобулиновая — 20 — 30 г/л.

Практически все белки крови синтезируются в печени. Поэтому тяжелые заболевания печени, как правило, сопровождаются нарушением ряда функций крови.

Белки плазмы выполняют следующие функции:

1) свертывающую — некоторые белки плазмы являются факторами свертывания крови;

2) защитную — особые белки (иммуноглобулины), отвечают за гуморальный иммунитет;

3) транспортную — многие вещества в крови переносятся только при условии их соединения со специальными белками (например, альбуминами);

4) поддержание онкотического давления — белки обладают способностью удерживать воду, препятствуя ее чрезмерному попаданию в ткани.

Помимо белков в крови содержатся **глюкоза** (4,2—6,4 ммоль/л) и **липиды**, которые большей частью транзитом доставляются до органов и тканей, нуждающихся в этих питательных веществах.

Неорганические вещества плазмы крови - представлены в основном ионами натрия и хлора. Помимо них в плазме содержатся ионы калия, кальция, $HCO3^-$ и др. Растворенные в плазме минеральные соли поддерживают необходимый уровень осмотического давления.

При увеличении концентрации солей по градиенту давления происходит отток воды из клеток крови в плазму, а при уменьшении, наоборот, ток воды идет из плазмы в клетки. Для восполнения объема плазмы крови в медицине используется изотонический (физиологический) 0,9 % раствор хлорида натрия.

Также строго постоянным является и уровень кислотности плазмы. В норме pH крови составляет 7,40+0,04. Отклонения от этого значения вызывают тяжелые системные нарушения в жизнедеятельности организма.

Закисление внутренней среды организма называют - **ацидозом,** а ощелачивание — **алкалозом**.

Плазма крови, лишенная фибриногена, называется **сывороткой крови.**

Форменными элементами крови являются:

- эритроциты,
- лейкоциты,
- тромбоциты.

На их долю приходится около 45 % всего объема этой ткани.

Процесс образования клеток крови называется **гемопоэзом.**

Все форменные элементы образуются в **красном костном мозге**. У эмбриона в кроветворении участвует также печень.

Все форменные элементы имеют одного общего предшественника — **стволовую кроветворную клетку**. При ее делении образуются клетки, которые в дальнейшем превращаются либо в эритроциты, либо в лейкоциты, либо в тромбоциты.

Гематокрит. Отношение объема, приходящегося на форменные элементы, к общему объему крови носит название гематокрит. Этот показатель выражается в процентах и составляет в норме 40—45 %. Он является довольно стабильной константой.

Однако на его изменение может влиять ряд факторов. После избыточного приема воды гематокрит уменьшается — кровь как бы разбавляется водой. Такое состояние называется - **гиперволемией**. Тяжелая физическая нагрузка, высокая температура внешней среды вызывают потерю организмом воды. Гематокрит при этом возрастает. Объем крови в таких ситуациях, как правило, уменьшается, что носит название **— гиповолемия.**

Эритроциты

Эритроциты, или красные кровяные клетки, составляют самую значительную часть форменных элементов. Их количество в норме в 1 литре крови у женщин составляет 4 — 4,5 * 1012 (4 — 4,5 млн в 1 мм3), у мужчин 4,5 — 5 * 1012 (4,5 — 5 млн в 1 мм3).

Основная функция эритроцитов — перенос кислорода от легких к тканям и углекислого газа от тканей к легким.

Для выполнения этой функции они имеют специфическое строение и состав. 95 % их массы занимает железосодержащий белок — **гемоглобин.** Собственные же потребности эритроцитов в кислороде чрезвычайно малы. Энергию для основных жизненных процессов эти клетки получают путем анаэробного окисления глюкозы.

Зрелые эритроциты лишены ядра. Однако их предшественники, находящиеся в красном костном мозге, первоначально имеют ядро, но теряют его по мере созревания. Для нормального образования и созревания эритроцитов в красном костном мозге необходимо достаточное поступление железа, витаминов В6, В9, В12.

Эритроциты имеют форму - двояковогнутого диска, способного к деформации. Благодаря этому свойству они, имея размер 7 — 8 мкм, могут проникать в кровеносные капилляры диаметром менее 6 мкм.

На поверхности красных кровяных клеток имеются специальные белки-маркеры, которые являются антигенами групп крови.

Продолжительность жизни эритроцитов достигает 120 дней. По истечении этого срока они попадают в селезенку, где и разрушаются. Поэтому селезенку образно называют «кладбищем эритроцитов».

В случае недостаточного количества эритроцитов из красного костного мозга в кровь в большом количестве поступают еще не созревшие предшественники эритроцитов — **ретикулоциты**.

Эти клетки содержат гемоглобин в меньшем количестве, чем зрелые формы.

В течение короткого времени они окончательно созревают, превращаясь вэритроциты. Количество ретикулоцитов характеризует функциональную активность красного костного мозга. В норме они составляют 0,5—1,2 % от всех клеток крови.

Гемоглобин. Основная функция красных кровяных клеток осуществляется благодаря наличию в них гемоглобина. Именно он и придает крови характерный красный цвет.

Молекула гемоглобина состоит из:

- железосодержащей части — гема,
- белковой части — глобина.

Одна молекула гемоглобина способна переносить четыре молекулы кислорода. В капиллярах легких кислород диффундирует (перемещается) через альвеолярно-капиллярный барьер и соединяется с этим белком. Образуется так называемый оксигемоглобин. Кровь, содержащая большое количество кислорода, называется **артериальной**.

Углекислый газ из межклеточной жидкости попадает в плазму крови. При соединении С02 с гемоглобином образуется карбгемоглобин. Следует отметить, что углекислый газ может транспортироваться к легким и без связи с гемоглобином. Бедная кислородом кровь имеет более темную окраску и называется **венозной.**

Помимо кислорода и углекислого газа с гемоглобином могут связываться и другие вещества. Одним из наиболее опасных является соединение этого белка с угарным газом, которое называется **карбоксигемоглобином.** Сродство угарного газа

к гемоглобину в 300 раз больше, чем у кислорода. Карбоксигемоглобин не может переносить 02. В результате этого возникает **гипоксия — кислородное голодание**.

Многие вещества, соединяясь с гемоглобином, изменяют степень окисления железа с +2 (в норме) до +3. В результате образуется **метгемоглобин**, который также не может принимать участия в транспорте кислорода.

Количество гемоглобина определяют с помощью гемометра Сали.

В 1 л крови гемоглобина в норме содержится:

- у мужчин 130— 160 г,
- у женщин — 120—140 г.

Относительное содержание гемоглобина в эритроцитах отражает **цветовой показатель,** нормальные значения которого находятся в пределах 0,86—1,05. Повышение цветового показателя более 1,05 свидетельствует об увеличении размеров эритроцитов.

Понижение значений менее 0,86 говорит либо о небольших размерах красных кровяных клеток, либо об уменьшении содержания в них гемоглобина.

Скорость оседания эритроцитов (СОЭ).

В обычных условиях эритроциты взвешены в плазме крови. Относительная плотность плазмы составляет 1,020—1,030, что меньше удельного веса эритроцитов (1,090—1,100), т.е. эритроциты тяжелее плазмы.

В сосудистом русле, несмотря на разницу в плотности эритроцитов и плазмы, они равномерно распределены по всему объему плазмы. Это обусловлено непрерывным движением крови по сосудам.

При заборе крови в пробирку (предварительно добавляют противосвертывающее вещество) эритроциты под действием силы тяжести перемещаются на дно пробирки, а плазма крови остается в верхней ее части.

СОЭ определяют как - скорость смещения книзу границы раздела двух сред: плазмы крови и эритроцитов.

Нормальные значения СОЭ составляют:

- для мужчин 1 —10 мм/ч,
- для женщин 2—15 мм/ч.

СОЭ зависит больше от состава плазмы крови, чем от свойств самих эритроцитов.

При повышении в крови концентрации глобулинов или фибриногена, СОЭ возрастает. Показатель увеличивается и при различных инфекционных, воспалительных заболеваниях, беременности, травмах и др.

Анемия (малокровие). Это недостаточное для поддержания нормальной жизнедеятельности организма содержание эритроцитов или гемоглобина в них. Различают следующие типы анемий:

- геморрагическую,

- дефицитную (железодефицитную, витаминодефицитную),
- гемолитическую,
- апластическую.

При массивной кровопотере, когда организм не способен в короткие сроки воспроизвести то количество эритроцитов, которое было потеряно через рану, развивается геморрагическая анемия.

При разрушении (гемолизе) эритроцитов развивается гемолитическая анемия. При этом гемоглобин выходит из этих клеток. Незащищенный мембраной эритроцита он не способен выполнять функцию транспорта кислорода и подвергается разрушению в соответствующих органах. Такое состояние наблюдается, например, при малярии, под действием определенных химических веществ, ядов, при резус-конфликте, несоблюдении правил переливания крови.

При недостаточном поступлении в организм железа развивается железодефицитная анемия. Возможно возникновение малокровия вследствие недостаточного поступления в организм некоторых витаминов (B6, B9, B12).

Анемия может развиваться из-за уменьшения выработки форменных элементов крови в красном костном мозге — апластическая анемия. Такое состояние возникает при лейкозах, лучевой болезни.

Анемии сопровождаются различными изменениями в анализах крови: гематокрит, количество эритроцитов, ретикулоцитов, гемоглобина, цветового показателя, СОЭ. Данные этих показателей помогают правильно и точно поставить диагноз больному.

Лейкоциты

Лейкоциты, или белые кровяные клетки, отвечают в организме за иммунитет. Их общее количество в 1 л в норме составляет 4—9 * 109.

Они крупнее эритроцитов и имеют ядро. Лейкоциты могут изменять свою форму, многие из них способны переходить из просвета кровеносных сосудов в ткани.

Лейкоциты делят на две группы:

- зернистые (гранулоциты),
- незернистые (агранулоциты).

К гранулоцитам относят:

- нейтрофилы (нейтрофильные лейкоциты),
- эозинофилы (эозинофильные лейкоциты),
- базофилы (базофильные лейкоциты).

Все они характеризуются наличием зернистости в цитоплазме. В зернах содержатся ферменты, которые способны уничтожать чужеродные агенты и различные биологически активные вещества: гистамин, гепарин и др.

К незернистым лейкоцитам относят:

- моноциты,
- лимфоциты.

Нейтрофилы - выполняют функцию фагоцитоза микроорганизмов и инородных веществ за счет специальных ферментов, которые разрушают оболочку микроорганизмов. Нейтрофилы составляют 55 — 70 % всех лейкоцитов. Большую часть их общего количества составляют зрелые формы, имеющие сегментированное ядро (сегментоядерные). Примерно 2 —5 % лейкоцитов составляют молодые формы, называемые палочкоядерными нейтрофилами.

Базофилы (до 1 % всех лейкоцитов) - принимают участие в развитии аллергических реакций, обеспечивают миграцию других лейкоцитов в ткани. Эти функции они обеспечивают за счет наличия в их гранулах биологически активных веществ, в первую очередь гепарина и гистамина, которые освобождаются по мере необходимости.

Эозинофилы (2 —5 %) - ограничивают выраженность аллергических реакций. Их действие противоположно функциям базофилов: они фагоцитируют биологически активные вещества и аллергены.

Моноциты — самые крупные из лейкоцитов. Моноциты фагоцитируют не только чужеродные агенты, но и собственные клетки организма в случае их повреждения и гибели. Их называют **макрофагами.** Количество моноцитов составляет 6—8 % от всех лейкоцитов.

Лимфоциты - помимо крови, содержатся также и в лимфе. Они подразделяются на Т- и В-лимфоциты. Общее их количество 25 — 30 % всех лейкоцитов. Эти клетки имеют крупное ядро и окружающий его узкий ободок цитоплазмы. Лимфоциты образуются в красном костном мозге. В дальнейшем они с током крови и лимфы разносятся в центральные органы иммунной системы: тимус и аналог сумки Фабрициуса. В этих органах происходит их превращение соответственно в Т- и В-лимфоциты. Из тимуса и аналога сумки Фабрициуса лимфоциты попадают в периферические органы иммунной системы: лимфатические узлы, селезенку, лимфоидные образования желудочно-кишечного тракта. Здесь они непосредственно контактируют с микроорганизмами и происходит их специализация: они приобретают способность распознавать и уничтожать определенные виды микроорганизмов. Тем самым формируется специфический иммунный ответ.

При попадании в организм чужеродных агентов В-лимфоциты под действием некоторых классов Т-лимфоцитов превращаются в плазматические клетки. Последние вырабатывают особые белки — **антитела (иммуноглобулины**). Иммуноглобулины способны присоединяться к проникшим микроорганизмам, делая их менее устойчивыми к клеткам-фагоцитам.

Процентное содержание различных типов лейкоцитов от их общего числа называется - **лейкоцитарной формулой**.

- Увеличение содержания лейкоцитов называется - **лейкоцитозом;**
- снижение количества лейкоцитов — **лейкопенией.**

Последнее развивается вследствие воздействия на человека ионизирующего излучения, различных химических веществ, при некоторых вирусных и бактериальных инфекциях, поражении костного мозга. Характерные изменения

в лейкоцитарной формуле помогают врачу правильно поставить диагноз. Например, при острых воспалительных заболеваниях в крови повышается содержание лейкоцитов, прежде всего нейтрофилов.

При гельминтозах, аллергических состояниях, бронхиальной астме возрастает количество эозинофилов.

Лейкоцитарная формула крови взрослого человека

Общее кол – во лейкоцитов	**Типы лейкоцитов и их кол - во, %**					
	нейтрофилы		**эозинофилы**	**базофилы**	**моноциты**	**лимфоциты**
	палочкоядерные	**сегментоядерные**				
4 - 9* 109	**2 - 5**	**55 - 70**	**2 - 5**	**До 1**	**6 - 8**	**25 - 30**

Тромбоциты

Свертывающая и противосвертывающая системы крови

При нарушении целостности какой-либо ткани организма из раны определенное время истекает кровь. Количество ее зависит от локализации ранения и объема повреждения. Вскоре на поверхности раны образуется тромб, предотвращающий дальнейшее кровотечение. Суть процесса свертывания крови заключается в образовании из определенных элементов крови сгустка плотной консистенции. Этот кровяной сгусток называется - **тромбом.**

В свертывании крови большое значение имеют **тромбоциты**, или

кровяные пластинки. Их количество в 1 л крови составляет 180 — 360 * 109

. Тромбоциты не являются полноценными клетками. Они образуются в красном костном мозге в результате отщепления фрагментов цитоплазмы от гигантской клетки — **мегакариоцита.** Ядра они не содержат, имеют размеры 2 — 5 мкм.

Продолжительность жизни кровяных пластинок 5 —8 дней. Снижение тромбоцитов в крови характерно для некоторых наследственных заболеваний (наследственные тромбоцитопении).

При повреждении сосуда тромбоциты фиксируются на поврежденной поверхности. Они склеиваются между собой и формируют тромбоцитарный тромб.

В плазме крови постоянно содержатся 13 факторов свертывания.

Основными из них являются:

- ионы кальция,
- протромбин,
- фибриноген,
- тромбопластин.

Ряд факторов свертывания крови синтезируется в печени. Процесс окончательного образования тромба представляет собой цепь реакций с участием всех факторов свертывания. Сущностью его является превращение растворимого белка фибриногена в нерастворимый фибрин. Этот процесс осуществляется под

действием фермента тромбина. Последний образуется из протромбина под влиянием ряда факторов свертывания, в том числе ионов

кальция. Фибрин оседает в виде сети нитей, между которыми находятся застрявшие в них клетки крови. В результате этих процессов образуется прочный фибриновый тромб.

Некоторые люди страдают тяжелым наследственным заболеванием — гемофилией. Из-за генетических аномалий у них не синтезируются в достаточном количестве VIII (антигемофильный глобулин А) и IX (антигемофильный глобулин В) факторы свертывания крови. При этом даже при небольших повреждениях возникают обильные, трудно поддающиеся остановке кровотечения.

Помимо свертывающей системы в организме существует также

противосвертывающая система. Без нее вся кровь в считанные минуты свернулась бы прямо в сосудистом русле. К веществам, препятствующим образованию тромба (антикоагулянтам), относится гепарин. Он способен нейтрализовать тромбин, и в результате этого фибриноген не превращается в фибрин. Образовавшийся тромб может быть разрушен ферментом фибринолизином (плазмином). Он способен растворять фибрин.

В организме существует постоянный баланс между свертывающей и противосвертывающей системами. При его нарушении могут возникать тяжелые заболевания, сопровождающиеся либо массивными кровотечениями, либо образованием внутрисосудистых тромбов.

Определение количества форменных элементов осуществляют в счетной камере Бюркера с нанесенной сеткой Горяева. Исследование проводят с помощью микроскопа по специальной методике. Сейчас для подсчета форменных элементов также применяют современные счетчики и анализаторы клеток.

Группы крови

Еще в древние времена было замечено, что большая потеря крови при ранении ведет к быстрой гибели раненого. Однако практически все первые попытки перелить кровь от здорового человека больному были обречены на неудачу. Только в начале XX в. после открытия австрийским ученым К.Ландштейнером групп крови стало возможным переливание этой жидкой ткани.

Эритроциты человека имеют на поверхности своей мембраны особые белки — агглютиногены, которые выполняют роль специфических маркеров — антигенов. В сыворотке крови человека постоянно циркулируют специальные антитела — агглютинины.

В настоящий момент известно довольно большое количество систем групп крови. Однако основными из них являются две: **система АВ0 и резус-фактор**.

Группа крови в течение жизни не изменяется.

Система АВ0.

На эритроцитах находятся две разновидности белка-агглютиногена. Один из них обозначается как А, другой — В. При этом в сыворотке находятся агглютинины либо а (альфа), либо β (бета). У одного человека агглютиногены и агглютинины не могут быть соименными. При попадании с чужой кровью эритроцитов, чьи

белки-маркеры совпадают по названию с антителами (А — а; В — Р), происходит **агглютинация — склеивание** и разрушение эритроцитов. Из разрушенных эритроцитов в плазму выходит гемоглобин. Этот процесс **называется гемолизом**. Поэтому большинство первых попыток переливания крови до открытия К.Ландштейнера были неудачными, поскольку реакция агглютинации эволюционно сложилась как защитная, направленная на сохранение индивидуальности антигенного состава организма.

По системе АВ0 выделяют четыре группы крови:

- У лиц с первой группой крови — 0(I) на мембранах эритроцитов нет ни А, ни В агглютиногенов, в плазме их крови находятся агглютинины α и β.
- Вторая группа крови - характеризуется наличием на эритроцитах агглютиногена А, при этом в сыворотке циркулируют β-агглютинины. Обозначение этой группы крови — А(Н).
- У людей с В(III) группой - на эритроцитах находятся В-агглютиногены; в сыворотке — α-агглютинины.
- Люди с четвертой группой крови АВ(IV) - на поверхности эритроцитов имеют и А-, и В-агглютиногены, в их сыворотке отсутствуют агглютинины.

Установлено, что людей:

- С первой группой крови — 34 %,
- вторая группа крови встречается у 38 %;
- третья группа — у 20 %,

- четвертая встречается гораздо реже — у 8 %.

Резус-фактор.

Это еще один белок-маркер. У 85 % людей он присутствует на поверхности эритроцитов, поэтому их кровь резус-положительная (Rh+). У остальных людей нет резус-фактора, следовательно, их кровь резус-отрицательная (Rh-).

У резус-отрицательных людей в обычных условиях антитела к данному белку-маркеру не вырабатываются. Они появляются только при попадании в их организм эритроцитов, имеющих на своей поверхности резус-фактор. Следует отметить, что выработка антирезус-антител происходит довольно медленно. Поэтому наибольшую опасность представляет повторный контакт с резусположительной кровью. Все это сопровождается возникновением агглютинации, как и при переливании крови, несовместимой по системе АВ0. Такая возможность существует в следующих случаях:

1) повторное переливание резус-положительной крови резус-отрицательному реципиенту;

2) формирование резус-конфликта возможно при беременности резус-отрицательной женщины резус-положительным плодом (наследование этого фактора от отца); при этом первая беременность может протекать нормально, однако внутриутробное развитие второго ребенка приводит к осложнениям, так как в организме матери образуются антирезус-антитела против эритроцитов плода, эти антитела попадают в его организм и происходит гемолиз, который может привести к гибели ребенка или развитию внутриутробной патологии (гемолитическая болезнь новорожденного).

Группы крови по системе АВ0

Группа крови	**Агглютиногены (на поверхности эритроцитов)**	**Агглютинины (в сыворотке крови)**
0(I)	—	α и β
A(II)	A	β
B(III)	B	α
AB(IV)	A и B	—

Переливание крови. Донорство

Переливание крови называется **гемотрансфузией**. Человек, который отдает свою кровь для переливания, называется **донором**, тот, кто ее получает, —

реципиентом. В настоящий момент доноров обязательно обследуют на носительство ВИЧ, гепатита и ряда других заболеваний.

Реципиенту в настоящее время можно переливать только кровь его группы как по системе АВ0, так и по резус-фактору. В экстренных ситуациях (военные конфликты, стихийные бедствия) возможно переливание разногруппной крови от одного человека другому по правилу«разведения»: агглютинины донора в расчет не принимаются. Агглютинины донора, как правило, не влияют на эритроциты реципиента. Связано это с тем, что они растворяются в сыворотке реципиента и их концентрация в крови оказывается недостаточной для агглютинации большого количества эритроцитов.

Правило разведения представлено на рисунке:

Исходя из нее становится понятным, что универсальным донором является человек с первой группой крови, а универсальным реципиентом — с четвертой.

Забор крови, ее хранение осуществляются в отделениях, станциях и центрах переливания крови. Сама же процедура гемотрансфузии требует к себе весьма пристального отношения со стороны медицинского персонала. Совместимость крови донора и реципиента неоднократно проверяется. Непосредственно переливание крови проводится под постоянным контролем врача. Ошибки в определении

групп крови, при ее хранении, неправильном переливании могут привести к тяжелым осложнениям и даже гибели пациента.

Контрольные вопросы

1. Перечислите внутренние среды организма.
2. Что такое гомеостаз?
3. Назовите функции и состав крови.
4. Охарактеризуйте состав и свойства плазмы крови.
5. Перечислите форменные элементы крови.
6. Какие функции выполняют эритроциты?
7. Что такое анемия?

8. Какие вы знаете виды анемий?
9. Какие существуют разновидности лейкоцитов?
10. Перечислите функции лейкоцитов.
11. Что такое лейкоцитарная формула?
12. Что такое свертываемость крови?
13. Назовите группы крови по системе АВ0. Охарактеризуйте их.
14. Что такое резус-конфликт? В каких случаях он возникает?

Особенности иммунной системы

Иммунитет — совокупность защитных свойств организма, направленных на сохранение своей биологической целостности и индивидуальности.

Человек постоянно контактирует с миллионами микроорганизмов, вирусов, многие из которых при проникновении во внутреннюю среду способны вызывать инфекционные заболевания. Известно, что одно клеточное деление из миллиона происходит с образованием дефекта в геноме клетки. Если такая клетка сможет делиться дальше, то возникает риск возникновения дефектных тканей. В организме постоянно погибают клетки, выработавшие свой ресурс. Они должны уничтожаться, чтобы дать возможность развиваться новым клеткам. Таким образом, иммунитет направлен на защиту от внешней инфекции (бактерий, вирусов, простейших), от измененных и погибших клеток.

Иммунная система объединяет органы и ткани, в которых образуются или функционируют клетки, участвующие в осуществлении иммунитета.

Органы иммунной системы подразделяют на:

- Центральные - красный костный мозг, тимус (вилочковая железа), аналог сумки Фабрициуса;
- Периферические - селезенка, миндалины, лимфатические узлы, лимфоидные образования стенки кишечника.

Красный костный мозг, medulla ossium rubra, — основной кроветворный орган у человека. Он расположен в губчатом веществе костей и состоит из миелоидной ткани, в которой из стволовой кроветворной клетки образуются все виды форменных элементов (эритроциты, лейкоциты и тромбоциты). Из них иммунную функцию выполняют только лейкоциты. При этом моноциты и гранулоциты после созревания направляются в кровь, лимфоциты далее дифференцируются в тимусе и аналоге сумки Фабрициуса.

Тимус (вилочковая железа), thymus, — небольшой орган, расположенный за грудиной. В его корковом веществе лимфоциты проходят первичную дифференцировку и становятся Т-лимфоцитами. В дальнейшем они направляются в периферические органы иммунной системы, где происходит их дальнейшая специализация. Клетки мозгового вещества синтезируют гормон тимозин, регулирующий процесс дифференцировки Т-лимфоцитов.

Аналог сумки Фабрициуса - расположение в организме человека точно не установлено. Считается, что функцию этого органа выполняет лимфоидная ткань аппендикса. Основной функцией этого органа является первичная дифференцировка лимфоцитов в В-лимфоциты. После созревания они могут превращаться в плазматические клетки, вырабатывающие антитела.

Селезенка, lien (греч. — splen), представляет собой паренхиматозный орган, расположенный в левом подреберье. У селезенки выделяют диафрагмальную и висцеральную (прилежит к внутренним органам) поверхности. Последняя контактирует с желудком, ободочной кишкой, левой почкой. В центре висцеральной поверхности находятся ворота селезенки — место проникновения в орган сосудов и нервов, питающих и иннервирующих орган. Снаружи селезенка

покрыта брюшиной. Под ней расположена соединительнотканная капсула, от которой в глубь органа отходят перегородки — трабекулы. Ткань селезенки подразделяется на красную и белую пульпу. Последняя представляет собой шаровидные скопления лимфоидной ткани, где проходят окончательную дифференцировку Т- и В-лимфоциты. Красная пульпа находится по периферии от этих скоплений.

Она выполняет следующие функции:

- уничтожение старых эритроцитов;
- захват железа, выделившегося после их разрушения;
- депонирование крови.

Основным местом для функционирования лимфоцитов являются: лимфатические узлы, лимфоидные образования ЖКТ, миндалины. В этих органах лимфоциты контактируют с микроорганизмами, вирусами, уничтожают их и приобретают способность распознавать и запоминать их антигены, т.е. проходят

окончательную антиген - зависимую дифференцировку.

Клеточный и гуморальный иммунитет.

Большой вклад в понимание механизма иммунитета внес русский ученый

И. И. Мечников. В 1863 г. он предложил теорию клеточного иммунитета и фагоцитоза. Он обнаружил способность лейкоцитов проникать через стенку сосудов в ткани и мигрировать к скоплениям микроорганизмов. Приблизившись к бактериальной клетке, лейкоцит обволакивает ее и поглощает. Вокруг микробной клетки формируется окруженная мембраной вакуоль, куда лизосомы изливают свое содержимое, обеспечивающее разрушение клеточной стенки и всех структур бактериальной клетки.

Фагоцитоз - это процесс захвата и переваривания инородных агентов, а клетки, которые могут осуществлять этот процесс называют фагоцитами.

В уничтожении проникших микроорганизмов принимают активное участие и лимфоциты.

В-лимфоциты - после превращения в плазматические клетки вырабатывают антитела (иммуноглобулины).

Выделяют несколько классов иммуноглобулинов: A, D, E, G и M.

Каждый из них отвечает за выполнение определенных функций, для них существует своя локализация в организме. Антитела, соединяясь с бактерией, делают клетку микроорганизма более уязвимой для макрофага.

Т-лимфоциты - подразделяют на несколько классов:

- Т-киллеры («убийцы») - уничтожают чужеродные агенты;
- Т-хелперы («помощники») - активируют В-лимфоциты, стимулируя их превращение в плазмагические клетки;
- Т-супрессоры («угнетатели») - снижают иммунный ответ организма на антигенное воздействие;
- Т-меммори («клетки памяти») - сохраняют информацию об инородных агентах, которые когда-либо проникали во внутреннюю среду организма (при повторном их проникновении ответная реакция организма развивается быстрее и интенсивнее).

Специфический и неспецифический иммунитет.

Защитные факторы организма подразделяются на специфические и неспецифические.

Неспецифическая защита - препятствует попаданию в организм всех патогенных бактерий и вирусов. Патогенный микроорганизм должен преодолеть барьер из нормальной микрофлоры человека (на коже и слизистых оболочках). Являясь безвредной для макроорганизма, микрофлора выступает в роли антагонистов для патогенных бактерий и вирусов.

Следующим барьером служат кожа и слизистые оболочки. Они трудно проницаемы для большинства болезнетворных микроорганизмов. Вырабатываемые ими секреты, лизоцим, значительная толщина эпителия являются непреодолимым препятствием.

Комплемент представляет собой сложную белковую структуру, способную разрушать и уничтожать клетки микроорганизмов. Следует отметить, что в организме вырабатывается еще и особое вещество, способное блокировать развитие вирусов. Оно носит название **интерферон.**

В случае прохождения этих барьеров в уничтожение патогенных микроорганизмов включаются фагоциты и гуморальные факторы иммунитета.

Специфические защитные факторы -- направлены на уничтожение конкретного вида возбудителя. Как правило, специфическая защита возникает после контакта (заболевание, вакцинация) с микроорганизмом. Против антигенов данного вида бактерий (вирусов) синтезируются специфические антитела. Они и запускают дальнейший процесс уничтожения проникших возбудителей.

Воспаление. После преодоления инфекционным агентом барьеров кожи и слизистых оболочек он сталкивается с тканевыми микро- и макрофагами. Последние выполняют в организме функцию «пограничников»: уничтожив небольшую часть проникших бактерий, они предоставляют информацию иммунной системе о вторжении в пределы организма чужеродных агентов.

Эволюционно для борьбы организма с инфекцией выработалась защитная реакция, получившая название «воспаление». При этом на участке проникновения инфекционных агентов кровоток замедляется. Из крови в ткани выходят фагоциты—нейтрофилы (микрофаги), которые передвигаются к источнику инфекции и уничтожают основную массу микроорганизмов. Далее в ткани попадают моноциты — макрофаги, которые фагоцитируют оставшиеся бактерии и погибшие нейтрофилы.

Эти механизмы и обусловливают воспаление. При этом ткани, вовлеченные в процесс, уплотнены и болезненны. Если воспаление находится на коже и видимых слизистых, то заметно их покраснение (гиперемия). Как правило, этот процесс характеризуется либо местным, либо общим повышением температуры (гипертермией) и нарушением функции органа.

Формирование иммунитета.

Организм человека генетически запрограммирован на защиту от некоторых заболеваний, на уничтожение измененных и отживших клеток. В то же время иммунная система постоянно совершенствуется: приобретает способность к распознаванию и уничтожению новых инфекционных агентов, с которыми человек ранее не сталкивался.

Различные классы Т-лимфоцитов способны сами уничтожать бактериальные клетки, сохранять информацию о когда-либо проникавших в организм бактериях или вирусах. При повторном проникновении в организм этого же агента иммунная система мгновенно отвечает его уничтожением. В результате заболевание не возникает.

Некоторые болезнетворные вирусы и бактерии имеют родственные виды, которые по антигенному составу схожи с ними, однако заболеваний они вызывать не могут. При введении их в организм возникает иммунный ответ, завершающийся сохранением информации об антигенах проникших агентов. Если после этого в организм попадают болезнетворные микроорганизмы, имеющие те же антигены, то заболевание не возникает. Связано это с тем, что иммунная

система уже готова к вторжению бактерий или вирусов, имеющих соответствующие антигены, и происходит их быстрый фагоцитоз.

Так, в 1776 г. Э. Дженнер обнаружил, что люди, работающие с животными, никогда не заболевали натуральной оспой, которая уносила жизнь каждого десятого заболевшего. Э. Дженнер заражал людей коровьей оспой, которую они

переносили практически бессимптомно, но в результате никогда не заболевали натуральной.

Вакцины — это профилактические препараты, которые содержат антигены бактерий или вирусов, активирующих иммунную систему для защиты от болезнетворных микроорганизмов.

Вакцины могут состоять из:

- живых неболезнетворных микроорганизмов;
- убитых и ослабленных болезнетворных микробов или их частей, содержащих необходимые антигены.

Благодаря вакцинации от неизлечимых болезней были спасены миллионы людей, резко снизилась заболеваемость полиомиелитом, корью, коклюшем, дифтерией, сибирской язвой, чумой; полностью ликвидирована натуральная оспа.

Сыворотки — лекарственные вещества, содержащие антитела против вызывающих заболевание антигенов. Их готовят из крови животных или человека, переболевших каким-либо инфекционным заболеванием или привитых вакцинами. При введении в организм сыворотки — готовых антител — они связываются с проникшими антигенами и активируют иммунный ответ. Сыворотки используют для экстренной профилактики инфекционного заболевания или его лечения. С помощью сывороток можно предотвратить или лечить грипп, столбняк, коклюш, ботулизм, дифтерию и др.

Иммунитет подразделяют на:

- **Естественный иммунитет** может быть:
  - ✓ Врожденным,
  - ✓ приобретенным (после перенесенного заболевания).
- **Искусственный иммунитет** подразделяют на:
  - ✓ активный (под действием вакцин);
  - ✓ пассивный (под действием сывороток).

После введения вакцины В-лимфоциты сами вырабатывают антитела против определенного инфекционного агента. С сывороткой вводятся уже готовые антитела.

Естественный приобретенный иммунитет не может развиться к некоторым заболеваниям. К ним относятся, например, сифилис, ангина и т.д. В большинстве случаев естественный приобретенный иммунитет не является пожизненным.

Существуют заболевания, которые поражают иммунную систему человека. Одним из самых опасных является синдром приобретенного иммунодефицита (СПИД). Он вызывается вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ). Этот вирус поражает систему Т-лимфоцитов, угнетая их способность противодействовать инфекционным агентам. В результате человек умирает не от СПИДа, а от вторичных инфекций (от пневмонии, сепсиса и др.). Учитывая основные пути передачи (половой, через нестерильные шприцы — у наркоманов и медицинские инструменты), для профилактики заражения этой инфекцией необходимо:

1) избегать случайных половых контактов;

2) не принимать наркотики;

3) в медицинских учреждениях использовать одноразовые иглы и шприцы, стерильные инструменты;

4) у всех доноров перед переливанием крови проводить специальные исследования на носительство ВИЧ.

Аллергия — состояние организма, которое характеризуется повышенной чувствительностью иммунной системы к некоторым антигенам, что приводит к повреждению собственных клеток и тканей организма. Аллергия может возникать в ответ на контакт с какими-либо биологическими веществами (пыльцой растений, шерстью животных), химическими веществами (некоторыми лекарствами, пищевыми продуктами). При аллергии ответ иммунной системы на введение антигенов избыточен относительно стимула. В результате антителами и биологически активными веществами повреждаются собственные клетки и ткани организма. Проявляться аллергия может в виде покраснений на коже, зуда, чиханья, насморка, слезотечения, приступов удушья.

Контрольные вопросы

1. Понятие об иммунитете. Назовите его виды.
2. Классификация защитных механизмов.
3. Неспецифические механизмы иммунитета.
4. Клеточный и гуморальный иммунитет.
5. Врождённый и приобретённый иммунитет.
6. Естественный и искусственный иммунитет.
7. Фагоцитоз, его роль в системе иммунитета.
8. Дайте характеристику центральным органам иммунной системы.
9. Дайте характеристику периферическим органам иммунной системы.
10. Общий план строения лимфатической системы, её функции.
11. Строение лимфатических сосудов.
12. Строение и функции лимфоидных органов.
13. Расположение и проекции на кожу основных групп регионарных лимфатических узлов тела человека.
14. Чем вакцины отличаются от сывороток?