**Введение**

Представление о крови как о системе было создано Г.Ф. Лангом в 1939 г. В эту систему были включены четыре компонента: а) периферическая кровь, циркулирующая по сосудам, б) органы кроветворения, в) органы кроверазрушения, г) регулирующий нейрогуморальный аппарат.

Кровь представляет собой одну из важнейших систем жизнеобеспечения организма, обладающую рядом особенностей. Высокая митотическая активность гемопоэтической ткани обусловливает ее повышенную чувствительность к действию повреждающих факторов, а генетическая детерминированность размножения, дифференцировки, структуры и обмена веществ кровяных клеток создают предпосылки как для геномных нарушений, так и для изменений генетической регуляции.

Своеобразие системы крови состоит и в том, что патологические изменения в ней возникают вследствие нарушения функций не только отдельных ее компонентов, но и других органов и систем организма в целом. Любое заболевание, патологический процесс, а также ряд физиологических сдвигов могут в той или иной степени отразиться на количественных и качественных особенностях состава циркулирующей крови. Этим и определяется огромное значение необходимости изучения крови (как «кровяного зеркала организма») и вскрытия закономерностей ее изменений при различных заболеваниях.

Цель исследования: рассмотреть и изучить морфологию системы крови и её возрастные особенности.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

. Рассмотреть составляющие системы крови и их морфологию.

. Определить возрастные особенности системы крови.

**1. Морфология системы крови**

**1.1 Периферическая кровь и ее элементы**

Кровь периферическая - это кровь, циркулирующая по сосудам вне кроветворных органов. У взрослого здорового человека на кровь приходится в среднем 7% массы тела

В зависимости от сосудов, в которых протекает кровь, различают ее виды: артериальную, венозную, капиллярную. Между этими видами крови имеются различия по биохимическим и морфологическим показателям, но они незначительны. Например, показатель концентрации водородных ионов (pH среды) в артериальной крови равен 7,35 - 7,47; венозной - 7,33 - 7,45. Эта величина имеет большое физиологическое значение, так как определяет скорость протекания многих физиологических и химических процессов в организме.

Абсолютное большинство циркулирующих форменных элементов крови составляют эритроциты - красные безъядерные клетки. Их количество у мужчин 4,710 +-0,017х10.12/л, у женщин - 4,170 + - 0,017х10.12/л. У здорового человека эритроциты в 85% имеют дискоидную форму с двояковыгнутыми стенками, в 15% - другие формы. Диаметр эритроцита 7-8 мкм, толщина 1-2,4 мкм. Клеточная мембрана эритроцита толщиной 20 нм. Наружная поверхность ее состоит из липидов, олигосахаридов, определяющих антигенный состав клетки - группу крови, сиаловой кислоты и протеина, а внутренняя - из гликотических ферментов, натрия, калия, АТФ, гликопротеина и гемоглобина. Полость эритроцита заполнена гранулами (4,5 нм), содержащими гемоглобин.

Эритроцит является высокоспециализированной клеткой, основная задача которой состоит в транспорте кислорода от легочных альвеол к тканям и двуокиси углерода (СО2) - обратно из тканей к легочным альвеолам. Двояковогнутая форма клетки позволяет обеспечивать наибольшую площадь поверхности газообмена. Диаметр эритроцита около 8 мкм, однако особенности клеточного скелета и структуры мембраны позволяют ему претерпевать значительную деформацию и проходить через капилляры с просветом 2-3 мкм. Такая способность к деформации обеспечивается за счет взаимодействия между белками мембраны (сегмент 3 и гликофорин) и цитоплазмы (спектрин, анкирин и белок 4.1). Дефекты этих белков ведут к морфологическим и функциональным нарушениями эритроцитов. Зрелый эритроцит не имеет цитоплазматических органелл и ядра и поэтому не способен к синтезу белков и липидов, окислительному фосфорилированию и поддержанию реакций цикла трикарбоновых кислот. Он получает большую часть энергии через анаэробный путь Эмбдена-Мейергофа и сохраняет ее в виде АТФ.

Приблизительно 98% массы белков цитоплазмы эритроцита составляет гемоглобин (Hb), молекула которого связывает и транспортирует кислород. Процесс связывания и освобождения кислорода молекулами гемоглобина зависит от давления кислорода, углекислого газа, pH и температуры среды.

Длительность жизни эритроцитов соответствует 120+-12 дням, что установлено с помощью радиоактивной метки. Различают эритроциты молодые (неоциты), зрелые и старые. Наиболее устойчивы к воздействиям неоциты, что особенно ярко проявляется при их замораживании с различными криопротекторами и оттаивании. Постепенное старение клетки приводит к нарушению обменных процессов и ее гибели. В организме человека повседневно погибает около 200 млрд. эритроцитов. Их остатки поглощаются макрофагами селезенки и печени.

Следующими по количеству клеток в крови являются тромбоциты - кровяные пластинки. Их число в крови здорового человека составляет 150000 - 400000/мкл. Тромбоциты, наименьшие по размерц форменные элементы крови, образуются из самых крупных костномозговых клеток - мегакариоцитов. Тромбоциты в циркулирующей крови имеют округлую или овальную форму, диаметром 2,5 мкм. Ядро в клетке отсутствует. В строении кровяных пластинок выделяют однослойную мембрану, периферическую бесструктурную зону (гиаломер) и центральную зернистую зону (грануломер). В гиаломере выявляют при электронной микроскопии плотные микротрубочки. Им отводится роль скелета клетки, а также участие в процессе ретракции сгустка. В грануломере находятся митохондрии, рибосомы, альфа-гранулы, плотные тельца, частицы гликогена. Альфа-гранулы содержат кислую фосфотазу, В-глюкоронидазу, катепсин, что дает возможность их отнести к лизосомам, определяющим функцию клетки. В плотных тельцах находятся серотонин, сокращающий кровеносные сосуды при освобождении, АТФ и АДФ, участвующие в адгезии и реакции освобождения.

Различают в норме тромбоциты: юные (4,2+-0,13%), зрелые (88,2+-0,19%), старые (4,1+-0,21%) и формы раздражения (2,5+-0,1%) дегенеративные и вакуолизированные.

Принято считать, что нормальный гемостаз достигается за счет кооперации двух самостоятельных систем свертывания крови:

гуморальной (плазменной) системы, состоящей из прокоагулянтных белков;

клеточной системы, состоящей из тромбоцитов.

Конечным результатом активации гуморальной системы свертывания крови является образование фибринового сгустка, или красного тромба, в то время как реакция тромбоцитов, сопровождаемая клеточной адгезией и агрегацией, приводит к образованию тромбоцитарной пробки, или белого тромба. Хотя эти две системы свертывания, как правило, рассматриваются отдельно, следует понимать, что фактически их функции тесно переплетаются. Растворимые факторы свертывания (например, фибриноген и фактор Виллебранда) имеют большое значение для нормальной функции тромбоцитов, и, наоборот, тромбоциты являются важными поставщиками прокоагулянтных белков и необходимым катализатором ряда реакций в растворимой системе свертывания крови.

В целом гемостатические функции тромбоцитов объясняют их способность к адгезии, агрегации, образованию первичного тромбоцитарного сгустка в месте повреждения стенки кровеносного сосуда и освобождению свертывающих факторов, участвующих в выпадении фибрина и ретракции образовавшегося сгустка.

Кроме основной функции кровяные пластинки осуществляют перенос ряда сосудоактивных веществ - серотонина, гистамина и катехоламинов, осуществляют поддержание функции эндотелия сосудов. Тромбоциты, обладая фагоцитарной активностью, способны поглощать жировые капли, вирусы, бактерии, иммунные комплексы. Кровяные пластинки участвуют в воспалительных процессах и иммунологических реакциях. В них находятся как специфические, свойственные только тромбоцитам (НРА:1-5), так и антигены систем АВО, MN, Р, главного комплекса гистосовместимости HLA, но нет антигенов систем Rh, Daffy, Kell, Kidd. Наиболее иммуногены антигены локусов А и В и наименее - локуса С системы HLA.

Средняя продолжительность жизни тромбоцита 9,5+-0,6 суток. В норме 2/3 кровяных пластинок у человека находится в циркулирующей крови и 1/3 - в селезенке и являются своеобразным резервом для быстрой мобилизации в случае необходимости. Между этими частями существует динамический обмен.

Общее число тромбоцитов в организме человека колеблется от 1,0 до 1,5 триллиона, за сутки их обновляется (1,1 - 1,73) х10.11. Процесс терминальной стадии тромбоцитопоэза недостаточно изучен. Возможно, что в ответ на некий сигнал мегакариоциты трансформируются в паукообразные клетки, от которых отходит множество длинных нитевидных отростков (протромбоцитов) с равномерными очагами констрикции. Протромбоциты входят в косномозговые синусоиды и там фрагментируются на тромбоциты, возможно, благодаря сдвигающей силе кровотока. Хотя терминальная стадия тромбоцитопоэза ограничивается только наиболее зрелыми мегакариоцитами, она представляет собой регулируемый процесс. После резкого увеличения периферической потребности в тромбоцитах незамедлительно выявляется увеличение объема этих клеток, что отражает изменения в механизме образования тромбоцитов.

Белые ядросодержащие кровяные клетки - лейкоциты составляют третью по численности популяцию форменных элементов крови. Число лейкоцитов в периферической крови в норме равняется в среднем 6400 в 1 мм лв. (6,4х10.9/л) при колебании (4,0-8,8) х10.9/л.

Клетки «белой крови», или лейкоциты, являются основой антимикробной защиты организма. В эту разнородную группу «защиты» входят основные эффекторы иммунных и воспалительных реакций.

Термин «лейкоцит» относится более к внешнему виду клетки (leukos - белый греч.), наблюдаемому в образце крови после центрифугирования.

Нейтрофилы.

Нейтрофильные гранулоциты представляют собой самую большую группу циркулирующих лейкоцитов. Термин «нейтрофильный» описывает внешний вид цитоплазматических гранул при окрашивании по Райту-Гимзе. Вместе с эозинофилами и базофилами нейтрофилы относятся к классу гранулоцитов. В связи с наличием характерного многодолевого (сегментированного) ядра нейтрофил называют также полиморфно-ядерным лейкоцитом (ПМЯЛ), Гранулоциты имеют размеры 9-15 мкм, превышающие таковые эритроцитов. В протоплазме у всех гранулоцитов выявляется зернистость: ауэрофильная и специальная. В ауэрофильных гранулах содержится в основном кислая фосфатаза, в специальных - щелочная фосфатаза. Основной функцией гранулоцитов является фагоцитоз.

Фагоцитарная активность нейтрофилов наиболее выражена у молодых лиц, к старости людей она снижается. Кроме фагоцитоза, гранулоциты при воспалении проявляют секреторную активность, выделяю ряд антибактериальных агентов: пероксидазы, бактерицидные лизосомные катионные белки и другие вещества. Эти высокоспециализированные клетки мигрируют в очаги инфекции, где они распознают, захватывают и уничтожают бактерии. Осуществление этой функции возможно благодаря наличию у нейтрофилов способности к хемотаксису, адгезии, передвижению и фагоцитозу. У них имеется метаболический аппарат для продуцирования токсических веществ и ферментов, разрушающих микроорганизмы.

Гранулоциты живут 1-6 дней, в среднем 6-9 дней, при этом время пребывания их в костном мозге составляет 2-6 дней. С кровью они циркулируют от 60-90 мин. до 24 часов, иногда до 2 суток. Небольшая часть гранулоцитов разрушается в крови, большая часть поступает в ткани и завершает свое физиологическое существование. Гранулоциты разрушаются макрофагами легких, селезенки, печени. Некоторая часть гранулоцитов выводится из организма с секретами и экскретами, мокротой, слюной, желчью, мочой, калом.

Эозинофилы.

Эозинофилы имеют двухдольчатое ядро и цитоплазму, заполненную отчетливо видимыми гранулами, приобретающими красный цвет после окрашивания по Райту-Гимзе. Основные (положительно заряженные) белки этих гранул окрашиваются в красный цвет из-за их высокого сродства к эозину. Хотя эозинофилы проходят те же стадии созревания, что и нейтрофилы, однако по причине своей малочисленности предшественники эозинофилов в костном мозге выявляются реже (за исключением некоторых патологических состояний: глисты, аллергия).

Эозинофилы играют особую роль в борьбе с паразитами и контроле аллергии. Поскольку они редко обнаруживаются в периферической крови, их участие в защите от бактериальных инфекций неясно. Однако, подобно нейтрофилам, эозинофилы способны к хемотаксису, фагоцитозу и обладают бактерицидной активностью. Эозинофильные гранулы содержат особую группу бактерицидных белков, включая эозинофильный катионный протеин, белковые кристаллы Шарко-Лейдена и эозинофильную пероксдазу.

Базофилы.

Базофилы - самая малочисленная группа циркулирующих гранулоцитов, составляющая менее 1% лейкоцитов. В крупных цитоплазматических гранулах базофилов содержатся сульфатированные или карбоксилизированные кислые белки, такие как гепарин, приобретающие синий цвет при окрашивании по Райту-Гимзе. Базофилы опосредуют аллергические реакции, особенно те, которые базируются на IgE-зависимых механизмах. Они экспрессируют IgE-рецепторы и при соответствующей стимуляции освобождают гистамин в ответ на воздействие IgE и антигена.

Моноциты.

Моноциты циркулируют в периферической крови в виде крупных клеток с цитоплазмой синего / серого цвета и почкообразным или складчатым ядром, содержащим нежно-сетчатый хроматин. Моноциты являются производным КОЭ-ГМ (общего предшественника для гранулоцитов и моноцитов) и КОЭ-М (предшественника только моноцитарного ростка). Моноциты проводят в кровотоке всего около 20 часов, а затем попадают в периферические ткани, где трансформируются в макрофаги ретикулоэндотелиальной системы (РЭС). Эти тканевые макрофаги, или гистиоциты, представляют собой крупные клетки с эксцентрично расположены ядром и вакуолизированной цитоплазмой, содержащей многочисленные включения.

Моноциты и макрофаги - долгоживущие клетки, функциональные особенности которых во многом схожи с таковыми у гранулоцитов. Они более эффективно захватывают и поглощают микробактерии, грибки и макромолекулы; менее значима их роль в фагоцитозе пиогенных бактерий. В селезенке макрофаги ответственны за утилизацию сенсибилизированных и стареющих эритроцитов. Макрофаги играют важную роль в процессинге и представлении антигенов лимфоцитам в ходе клеточных и гуморальных иммунных реакций. Продуцирование ими цитокинов и интерлейкинов, интерферонов и компонентов комплемента способствует координации в интегрированном иммунном ответе.

В норме моноциты составляют от 1 до 10% циркулирующих лейкоцитов. Когда количество моноцитов превышает 100/мкл, можно говорить о моноцитозе, который наблюдается у пациентов с хроническими инфекциями (туберкулез, хронический эндокардит) или воспалительными процессами (аутоиммунные заболевания, воспалительные заболевания кишечника).

Лимфоциты.

Значительную популяцию лейкоцитов составляют лимфоциты. По структуре их условно делят на малые (5-9 мкм), средние (10 мкм) и большие (11-13 мкм). Лимфоцит в настоящее время рассматривается как главная клетка иммунной системы. Это небольшие мононуклеарные клетки, координирующие и осуществляющие иммунный ответ за счет продуцирования воспалительных цитокинов и антигенспецифических связывающих рецепторов.

Лимфоциты подразделяются на две основные категории: В-клетки и Т-клетки - и несколько менее многочисленных классов, например, естественные («натуральные», нормальные) клетки-киллеры. Подгруппы лимфоцитов отличаются по месту их образования и эффекторным молекулам, которые они экспрессируют, но обладают общей особенностью - способностью опосредовать высокоспецифический антигенный ответ. Лимфоциты способны передвигаться, внедряться в другие клеточные элементы. Небольшая часть лимфоцитов обладает фагоцитарной активностью. Основной же функцией лимфоцита является участие в иммунных реакциях. Например, Т-лимфоциты - активные участники реакции отторжения, реакции «трансплантант против хозяина», В-лимфоциты продуцируют антитела, обусловливающие гуморальный иммунный ответ.

Лимфоциты могут сохранять длительное время иммунологическую память. Под воздействием ряда иммунных и химических (мутогены) факторов способны пролиферировать.

Зарождение лимфоцитов у взрослого человека происходит в основном в костном мозге и зобной железе.

Длительность жизни лимфоцитов разная: у короткоживущих (очевидно, которые участвуют в иммунных реакциях) - 3-4 дня, у долгоживущих 100-200 дней и даже 580 дней. Нахождение же их в циркулирующей крови не превышает 40 минут. Общее количество в циркулирующей крови составляет у взрослого человека 7,5х10.9 лимфоцитов, а в организме с учетом резерва данных клеток в костном мозге, селезенке, лимфоузлах, тимусе, миндалинах и пейеровых бляшках - 6,0х10.12.

Старые лимфоциты погибают в циркулирующей крови и элиминируются ретикуло-макрофагальными элементами капилляров.

В-лимфоциты**.**

В-лимфоциты осуществляют экспрессию уникальных антигенных рецепторов - иммуноглобулинов - и запрограммированы на продукцию их в большом количестве в ответ на антигенную стимуляцию. В-клетки образуются из стволовых клеток костного мозга. Термин В-клетки происходит от латинского названия фабрициевой сумки (bursa Fabricius) - органа, необходимого для созревания В-клеток у птиц. Аналогичного органа у человека нет; созревание В-клеток происходит в основном в костном мозге.

Иммунная система содержит большую популяцию отдельных клонов В-лимфоцитов. Каждый клон экспрессирует уникальный антигенный рецептор, который в основном идентичен иммуноглобулиновой молекуле, которую он производит. Эти молекулы отличаются друг от друга и связываются только с ограниченным числом антигенов.

Зрелые В-лимфоциты с характерными поверхностными антигенами - СD19 и СD20 - находятся в основном в зародышевых центрах коры лимфатических узлов и в белой пульпе селезенки. В-клетки составляют менее 20% циркулирующих лимфоцитов.

Т-лимфоциты.

Т-лимфоциты играют ключевую роль в клеточном иммунитете. Сенсибилизированные Т-клетки опосредуют гиперчувствительность замедленного типа, отторжение аллотрансплантанта, болезнь «трансплантант против хозяина», контактную аллергию, а также иммунитет против опухолей и внутриклеточных паразитов. Клеточно-опосредованный иммунитет включает уничтожение различных клеток непосредственно цитотоксическими Т-клетками; он усиливается под воздействием цитокинов, которые вырабатываются в результате сложного взаимодействия Т-клеток и макрофагов. Кроме того, Т-лимфоциты активно и избирательно участвуют в регуляции пролиферации В-клеток и продукции иммуноглобулинов.

Образовавшись из стволовых клеток костного мозга, Т-клетки обязательно проходят стадию развития в тимусе (вилочковая железа), в результате чего генерируются зрелые, функционально полноценные Т-клетки.

Согласно унитарной теории, все форменные элементы крови происходят из одной полипотентной недифференцированной (стволовой) клетки. Она не имеет морфологических отличий от малого лимфоцита.

Говоря от форменных элементах крови, надо отметить, что они после созревания в костном мозге не выходят сразу в сосудистое русло. Некоторое время клетки крови остаются в специальных депо в костном мозге и селезенке. Этот резерв дополнительной крови является одним из факторов регуляции постоянного состава крови. Попадая в циркулирующий поток, каждая кровяная клетка функционирует определенное время, постепенно стареет и элиминируется из сосудистого русла. На смену старым и элиминированным клеткам в циркулирующую кровь в процессе физиологической регенерации поступают из гемопоэтической ткани молодые форменные элементы. Данный процесс является главным механизмом поддержания постоянства состава крови и существенным фактором обеспечения гомеостаза в организме.

Большую часть крови составляет плазма. Она имеет сложный многокомпонентный состав. Основой плазмы является вода (90%), в которой растворены разнообразные белки (7-8%), другие органические соединения - глюкоза, ферменты, витамины, кислоты, липоиды (1,1%) и минеральные вещества (0,9%).

Белковые компоненты плазмы обеспечивают совместно с тромбоцитами гемостатическую функцию крови, участвуют в пластических процессах в тканях организма, определяют гуморальный иммунитет, дезинтоксикационную и транспортную функцию крови. В плазме электрофоретическим способом определяют концентрацию общего белка (в норме 70-80 г./л), альбумина (40-45%) и глобулинов (55-60%). Альбумины образуются в печени, представляют собой низкомолекулярный (м.м. 69000) белок. Одна треть его общего количества (200-300 г.) в организме взрослого человека находится в циркулирующей крови, а две трети - вне сосудистого русла. Между этими бассейнами происходит беспрерывный обмен альбумина. Он выполняет несколько функций: поддерживает коллоидно-осмотическое давление в крови и тканях (на его долю приходится 80% величины этого показателя), от чего зависит транскапиллярный обмен жидкости, тургор тканей и объем жидкости во внесосудистом и сосудистом пространствах. Легко соединяясь с органическими и неорганическими веществами, гормонами, лекарственными средствами, альбумин доставляет их с током крови в ткани и одновременно выводит некоторые продукты метаболизма в сосудистое русло к печени, почкам, легким, желудочно-кишечному тракту, способствуя дезинтоксикации организма. Является одним из важных компонентов буферной системы плазмы, регулирующий кислотно-щелочное состояние крови. Участвует в питании тканей как легкоусвояемый белок.

Следующую группу белков составляют глобулины, имеющие высокую (105.00-900.000) молекулярную массу. На их долю приходится 15-18% величины поддержания коллоидно-осмотического давления крови. Главная их функция - обеспечение гуморального иммунитета.

При использовании иммунологического метода белки плазмы разделяют на 3 класса - А, М, G. Антитела против подавляющего числа возбудителей инфекций содержатся в классе G.

Среди гемостатических белков плазмы виднейшее место отводится факторам VIII и IX свертывающей системы крови, которые в настоящее время получены и в чистом виде.

В плазме имеется несколько гуморальных систем: комплементарная (компоненты комплемента участвуют в связывании антигенов с антителами), свертывающая и противосветрывающая системы, оксидантная и антиоксидантная, каллекреиновая, пропердиновая, неспецифических факторов защиты, гуморальных факторов иммунитета и другие. Плазма содержит различные белковые комплексы (гликопротеины, металлопротеины, липопротеины и др.), гормоны, другие биологически активные вещества, что позволяет получать из нее ценнейшие лечебные препараты.

Физиологическая роль ряда ингридиентов плазмы изучена еще недостаточно и нуждается в дальнейших исследованиях.

кровь тромбоцит иммунитет возрастной

**1.2 Органы кроветворения и кроверазрушения**

Общей особенностью гистологического строения кроветворных органов является наличие в их составе паренхимы ретикулярной (в случае тимуса - ретикулоэпителиальной) соединительной ткани, выполняющей ряд специальных функций: 1) трофика собственно кроветворной ткани, 2) разграничение групп созревающих форменных элементов, относящихся к различным линиям дифференцировки, 3) являются «химическими маяками» для редуцирующих клеток крови (лимфоцитов и др.).

К органам кроветворения относится красный костный мозг, лимфатические узлы, селезенка, тимус, а к органам кроверазрушения - печень, костный мозг, селезенка.

Красный костный мозг

локализация: между костными трабекулами губчатого вещества трубчатых и плоских костей

особенности строения: сотообразная структура (за счет обилия жировых клеток)

функции: кроветворная (все типы и ростки кроветворения), иммунная (место образования предшественников В- и Т-лимфоцитов, дифференцировка и дозревание Т-лимфоцитов происходит в тимусе). В нем же происходит и разрушение клеток (эритроцитов), реутилизация железа, синтез Hb.

Селезенка.

локализация: в левом подреберье, по ходу кровеносных сосудов

особенности строения: самый крупный периферический кроветворный орган; покрыт брюшиной и капсулой из соединительной ткани с высоким содержанием гладких миоцитов (придают органу способность к сокращению); от капсулы вглубь органа отходят трабекулы, анастомозирующие между собой; в паренхиме различают белую и красную пульпу: первая представлена множеством лимфоидных фолликулов (узелков), вторая - кровеносными сосудами, ретикулярной тканью и лежащими в узлах последней селезеночными тяжами - особыми клеточными ассоциатами, в состав которых входят эритроциты, тромбоциты, лейкоциты, макрофаги, плазмоциты и др.; считается, что именно в селезеночных тяжах происходит разрушение старых форменных элементов крови, в первую очередь, эритроцитов и кровяных пластинок;

функции: кроветворная (образование В-лимфоцитов), защитная (фагоцитоз, участие в иммунных реакциях), депонирующая (оперативное депо крови, накопление тромбоцитов), разрушение старых и поврежденных эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов.

Тимус (вилочковая железа)

локализация: за грудиной

возрастная динамика: наибольшего развития достигает в детском возрасте; после полового созревания претерпевает постепенную инволюцию; к старости почти полностью замещается жировой тканью (поскольку значительная часть Т-лимфоцитов представлена долгоживущими клетками, способными при встрече с антигеном к избирательной пролифераии, возрастная атрофия тимуса не приводит к катастрофическому снижению иммунитета)

особенности строения: покрыт соединительнотканной капсулой, отходящие от нее перегородки делят орган на дольки; в каждой дольке различают корковое и мозговое вещество; паренхима долек образована предшественниками Т-лимфоцитов (мигрировавшими в тимус из красного костного мозга), Т-лимфоцитами на различных стадиях дифференцировки и ретикулоэпителиальной тканью; в мозговом веществе располагаются слоистые тимусные тельца, предположительно, выполняющие эндокринную функцию

функции: а) кроветворная (место образования первых лимфоцитов у зародыша), б) иммунная, в) эндокринная (секретирует ряд гормонов и гормоноподобных веществ, стимулирующих размножение и дифференцировку Т - лимфоцитов и регулирующих определенные звенья иммунного ответа).

Лимфатический узел

локализация: по ходу лимфатических сосудов

особенности строения: орган бобовидной формы, с выпуклой стороны к лимфатическому узлу подходят несколько приносящих лимфатических сосудов, на противоположной стороне находятся ворота, через которые выходит выносящий лимфатический сосуд и вены и входят артерия и нервы; покрыт соединительнотканной капсулой, от которой вглубь органа отходят трабекулы; в паренхиме различают корковое и мозговое вещество, первое образовано сферическими по форме лимфоидными фолликулами (узелками, представляющими собой плотные скопления лимфоцитов), второе - мякотными шнурами - ветвящимися и анастомозирующими тяжами, состоящими из множества лимфоцитов; тканевый состав паренхимы: кроветворная ткань (В-лимфоциты, плазмоциты, макрофаги и др.) и ретикулярная ткань; пространства, по которым лимфа движется в пределах узла, называются синусами

функции: кроветворная (образование В-лимфоцитов), защитная (фильтрация лимфы, фагоцитоз, участие в иммунном ответе - в лимфатических узлах происходит превращение В-лимфоцитов в плазмоциты - продуценты антител)

Миндалина.

локализация: в зависимости от топографии различают глоточные, гортанные, трубные, язычные и небные миндалины

особенности строения: миндалина относится к так называемым лимфо-эпителиальным органам и представляет собой скопление лимфоидных фолликулов (узелков) вокруг пальцеобразного (или щелеобразного) врастания эпителия в подлежащую соединительную ткань; имеет собственную капсулу

функции: кроветворная (образование лимфоцитов), защитная (фагоцитоз, местный иммунитет)

**1.3 Нейрогуморальная регуляция**

Нейрогуморальная регуляция - форма регуляции физиологических процессов в организме, осуществляемая центральной нервной системой и биологически активными веществами жидких сред организма (крови, лимфы и тканевой жидкости). Играет ведущую роль в поддержании гомеостаза, т.е. постоянства внутренней среды организма, и приспособлении организма к изменяющимся условиям существования.

Нейрогуморальная регуляция возникла в процессе эволюции животных в результате объединения двух форм регуляции жизнедеятельности организма - более древней гуморальной (с ее помощью осуществлялась связь между отдельными клетками или органами за счет веществ, выделяющихся из них в процессе обмена веществ) и нервной (взявшей на себя контроль за деятельностью гуморальной системы регуляции). В процессах Н. р. помимо непосредственных передатчиков нервного возбуждения, т.е. медиаторов, принимают участие тканевые гормоны, гипоталамические нейрогормоны, регуляторные пептиды и другие биологически активные вещества. С током крови они разносятся по всему организму, но оказывают воздействие лишь на результирующие органы (органы-мишени), вступая во взаимодействие с рецептором (клеткой-мишенью). Под их влиянием происходит возбуждение адрено-, холино-, гистамин- и серотонинреактивных структур организма. В частности, нейросекреторные клетки гипоталамуса являются местом трансформации нервных стимулов в гуморальные, а гуморальных - в нервные. В определенных условиях биологически активные вещества составляют звено рефлекторной дуги, т.е. передают информацию в центральную нервную систему, где она перерабатывается, а затем возвращается в виде потока нервных импульсов в исполнительные органы (эффекторы).

Наличие гистогематических барьеров обусловливает избирательное проникновение гормонов, медиаторов и других биологически активных веществ из крови только в строго определенные участки мозга. Однако при нарушении проницаемости барьера биологически активные вещества могут проникать в те отделы мозга, которые обычно для этих веществ закрыты, что может привести к развитию необычных состояний, вплоть до патологических, затрагивающих как периферические, так и центральные отделы нервной системы. Нарушения механизмов Н. р. могут приводить также к рассогласованию тех или иных параметров внутренней среды организма и как следствие к развитию различных патологических состояний.

**2. Возрастные особенности системы крови**

В конце ХIX века выдающимся французским физиологом Клодом Бернаром было сформулировано положение о постоянстве внутренней среды организма (гомеостазе), как необходимом условии поддержания жизнедеятельности организма. Это свойство совершенствовалось в процессе эволюции, когда формировались механизмы, его поддерживающие, и теплокровные животные в эволюции представили высочайший уровень развития этой функции.

В течение онтогенеза в каждый возрастной период кровь имеет свои характерные особенности. Они определяются уровнем развития морфологических и функциональных структур органов системы крови, а также нейрогуморальных механизмов регуляции их деятельности.

**2.1 Общие свойства крови в онтогенезе**

Общее количество крови по отношению к весу тела новорожденного составляет 15%, у детей одного года - 11%, а у взрослых - 7-8%. При этом у мальчиков несколько больше крови, чем у девочек. Однако в покое в сосудистом русле циркулирует лишь 40-45% крови, остальная часть находится в депо: капиллярах печени, селезенки и подкожной клетчатки - и включается в кровоток при повышении температуры тела, мышечной работе, при кровопотере и т.п.

Удельный вес крови новорожденных несколько выше, чем у детей более старших возрастов, и составляет соответственно - 1,06-1,08. Установившаяся в первые месяцы плотность крови (1,052-1,063) сохраняется до конца жизни.

Вязкость крови у новорожденных в 2 раза больше, чем у взрослых и составляет 10,0-14,8 усл. ед. К концу первого месяца эта величина снижается и достигает обычно средних цифр - 4,6 усл. ед. (по отношению к воде). Величины вязкости крови у лиц пожилого возраста не выходят за пределы нормы (4,5).

**2.2 Биохимические свойства крови**

У человека химический состав крови отличается значительным постоянством. Наибольшие отклонения, если за норму принять содержание веществ в крови взрослых людей, можно отметить в период новорожденности и в старческом возрасте.

Содержание общего белка в сыворотке крови здоровых новорожденных составляет 5,68+-0,04 г.%. С возрастом это количество увеличивается, особенно интенсивно нарастая в первые три года. В 3-4 года эти величины практически достигают уровня взрослых (6,83+-0,19 г.%). Следует обратить внимание на более широкие пределы индивидуального колебания уровня белка у детей раннего возраста (от 4,3 до 8,3 г%), по сравнению со взрослыми людьми, у которых эти величины составили 6,2-8,2 г%. Более низкий уровень белка в плазме крови у детей первых месяцев жизни объясняется недостаточной функцией белковообразовательных систем организма.

В течение онтогенеза меняется и соотношение между альбуминами и различными фракциями глобулинов в плазме крови. В первые месяцы жизни в крови снижено содержание альбуминов (3,7 г%), к 6 годам эта величина возрастает до 4,1 г%, а к 3 годам составила 4,5 г%, что близко к норме взрослого человека. Количество гамма глобулинов, высокое в первые дни после рождения за счет материнской плазмы, постепенно снижается, а затем к 3 годам достигает нормы взрослого человека (17,39 г.%). Содержание альфа1-глобулинов у детей до 1 года повышено, к 3 годам уровень их в крови нормализуется. Несколько по иному протекает установление концентрации альфа2-глобулинов. В первые полгода уровень их повышен, к 7 годам он постепенно снижается, а затем достигает уровня, характерного для взрослых. Содержание бета-глобулинов так же достигает взрослого уровня после 7 лет.

Таким образом, белковый состав крови в течение онтогенеза претерпевает ряд изменений: от момента рождения до зрелости происходит увеличение содержания белков в крови, устанавливаются определенные соотношения в белковых фракциях. Функциональные возможности синтезирующих белки плазмы органов, прежде всего печени, относительно низки в момент рождения, постепенно усиливаются, что приводит к нормализации состава крови.

Содержание липидных фракций новорожденных отличается от спектра этих веществ у более старших детей и взрослых тем, что у них значительно увеличено содержание альфа-липопротеинов и понижено количество бета-липопротеинов. К 14 годам показатели приближаются к нормам взрослого человека.



Рисунок 1

Количество холестерина (рис. 1) в крови новорожденных относительно невысоко, и увеличивается с возрастом. При этом отмечается, что при преобладании в пище углеводов уровень холестерина в крови повышается, а при преобладании белков - понижается. В пожилом и старческом возрастах уровень холестерина увеличивается.

Содержание глюкозы в крови детей ниже, чем у взрослых, особенно в первые дни жизни. Например, у грудного ребенка эта величина составляет 70-80 мг%, у детей 12-14 лет - 120 мг%. У взрослого в крови содержится 100-120 мг% глюкозы.

Уровень молочной кислоты у грудного ребенка может на 30% превышать таковой у взрослых, что связано с повышением уровня гликолиза у детей. С возрастом содержание молочной кислоты в крови ребенка постепенно падает. Так, уровень молочной кислоты у ребенка в первые 3 месяца жизни составляет 18,7 мг%, к концу 1 года - 13,8 мг%, а у взрослых - 10,2 мг%.

**2.3 Форменные элементы крови в онтогенезе**

Эритропоэз. Количество эритроцитов у плода постепенно увеличивается, отмечается уменьшение их диаметра, объема и количества ядросодержащих клеток. У новорожденных интенсивность эритропоэза примерно в 5 раз выше, чем у взрослых. Количество эритроцитов у них в 1-й день повышено по сравнению со взрослыми и достигает 6-10 х1012 /л. На 2-3 день количество их снижается в результате их разрушения (физиологическая желтуха) и в течение 1-го месяца их содержание снижается до 4,7х1012 /л. При этом выявляются анизоцитоз, пойкилоцитоз и полихроматофилия, а иногда встречаются и ядросодержащие эритроциты. Для детей грудного возраста на протяжении 1-го полугодия характерно дальнейшее уменьшение количества эритроцитов, после чего происходит нарастание их количества до 4,2х1012 /л. Начиная с 4-х лет отмечается уменьшение миелоидной ткани и в период полового созревания гемопоэз сохраняется в красном костном мозге губчатого вещества тел позвонков, ребер, грудины, костей голени и бедренных костей. При старении отмечается уменьшение общей массы красного костного мозга и его пролиферативной активности. Прослеживается тенденция к уменьшению количества эритроцитов и гемоглобина.

Гемоглобин. Функцию переносчика кислорода у эмбриона до 9-12 недель выполняет эмбриональный (примитивный) гемоглобин (НbP), который замещается фетальным гемоглобином (HbF) к 3-му месяцу внутриутробного развития. На 4-м месяце в крови плода появляется гемоглобин взрослых (HbA) и количество его до 8-ми месяцев не превышает 10%. У новорожденных еще сохраняется до 70% HbF и уже содержится 30% HbA. Количество Hb повышено (170 - 246г/л), но, начиная с 1-х суток, его содержание постепенно снижается. У лиц пожилого и старческого возраста содержание Нb несколько снижается и колеблется в пределах нижней границы нормы зрелого возраста. СОЭ у новорожденных ниже, чем у взрослых и равняется 1-2 мм/ч.

Лейкоциты. У новорожденных сразу после рождения количество лейкоцитов повышено и достигает 15 х 1012/л (лейкоцитоз новорожденных). Через 6 часов их количество повышается до 20 х1012/л, через 24 ч - 28 х1012/л, 48 ч - 19 х1012/л. Индекс регенерации повышен и отмечается сдвиг лейкоцитарной формулы влево. Наивысший подъем количества лейкоцитов отмечается на 2-е сутки. Затем их количество снижается и предельное падение кривой происходит на 5 сутки, а к 7 суткам количество их приближается к верхней границе нормы взрослых. У детей грудного возраста отмечается сравнительно низкая двигательная и фагоцитарная активность лейкоцитов. Картина белой крови у детей после 1-го года жизни характеризуется постепенным понижением абсолютного количества лейкоцитов, нарастанием относительного числа нейтрофилов при соответствующих понижении количества лимфоцитов. В лейкоцитарной формуле отмечаются 2 «перекреста» изменения лейкоцитов. Первый - в возрасте 3 - 7 дней (снижение процента нейтрофилов и возрастание процента лимфоцитов) и второй - в возрасте 4-6 лет (возрастание процента нейтрофилов и снижение процента лимфоцитов). К старости отмечается лейкопения (лейкопения старости) и эозинопения. Уменьшается функциональный резерв лейкопоэза в экстремальных условиях.

Тромбоциты. Количество тромбоцитов у новорожденных в первые часы после рождения колеблется в пределах 150 - 320 х 109 /л, что в среднем существенно не отличается от содержания их в крови взрослых. Затем следует некоторое снижение их количества (до 164-178х109 /л) к 7-9 дню, после чего к концу 2-й недели их содержание возрастает и остается практически без существенных изменений на уровне взрослых. Для детей 1-х дней жизни характерным является большое количество круглых и юных форм тромбоцитов, количество которых с возрастом уменьшается.

Гемостаз. В крови плода до 16 - 20 недель отсутствуют фибриноген, протромбин и акцелерин, а поэтому она не свертывается. Фибриноген появляется на 4 - 5 месяце внутриутробной жизни, концентрация его при этом составляет 0,6 г/л. В этот период еще низкая активность фибринстабилизирующего фактора, но высокая активность гепарина (почти в 2 раза выше, чем у взрослых). Низкий уровень факторов свертывающей и антисвертывающей систем крови у плода объясняется незрелостью клеточных структур печени, осуществляющих их биосинтез. В крови новорожденных отмечается низкая концентрация ряда факторов (FII, FVII, FIX, FX, FXI, FXIII) свертывающей системы крови, антикоагулянтов и плазминогена, хотя соотношение их концентраций такое же, как и у взрослых. У детей первых дней жизни время свертывания крови снижена, особенно на 2-й день, после чего она постепенно повышается и достигает скорости свертывания крови у взрослых к концу подросткового периода. В периоды детства происходит постепенное повышение содержания прокоагулянтов и антикоагулянтов. При этом характерным является гетерохронность созревания отдельных звеньев (про- и антикоагулянтов) в данный постнатальный период. К 14-16 годам содержание и активность всех факторов, участвующих в свертывании крови и фибринолиза достигают уровня взрослых.

Группы крови. Формирование факторов, определяющих групповую принадлежность в онтогенеге происходит неодновременно. Агглютиногены А и В формируются к 2 - 3 месяцу антенатального периода, а аглютинины альфа и бетта - к моменту или же после рождения, что обусловливает низкую способность эритроцитов к агглютинации, которая достигает ее уровня у взрослых к 10 - 20 годам.

Агглютиногены системы Rh появляются у плода на 2 - 3 месяце, при этом активность Rh-антигена во внутриутробном периоде выше, чем у взрослых.

**2.4 Лейкоформула**

Количество лейкоцитов у ребенка первых дней жизни больше, чем у взрослых, и в среднем колеблется в пределах 10000-20000 в куб. мм. Затем количество лейкоцитов начинает падать. Как и для эритроцитов, существуют широкие пределы колебания числа лейкоцитов в первые дни постнатальной жизни от 4600 до 28000. Характерным в картине лейкоцитов у детей этого периода является следующее. Нарастание количества лейкоцитов в течение 3 часов жизни (до 19600), что, по-видимому, связано с рассасыванием продуктов распада тканей ребенка, тканевых кровоизлияний, возможных во время родов, через 6 часов - 20000, через 24 - 28000, через 48 - 19000. К 7 суткам число лейкоцитов приближается к верхней границе взрослых и составляет 8000-11000. У детей 10-12 лет число лейкоцитов в периферической крови колеблется в пределах 6-8 тыс., т.е. соответствует количеству лейкоцитов у взрослых.

Также имеет свои возрастные особенности лейкоцитарная формула. Напомним, что под этим понимается соотношение различных форм лейкоцитов в процентах.



Рисунок 2

Лейкоцитарная формула крови ребенка в период новорожденности характеризуется:

) последовательным увеличением числа лимфоцитов от момента рождения к концу периода новорожденности (при этом на 5-е сутки происходит перекрест кривых падения нейтрофилов и подъема лимфоцитов);

) значительным количеством юных форм нейтрофилов;

) большим количеством юных форм, миелоцитов, бластных форм;

) структурной незрелостью и хрупкостью лейкоцитов.

У детей первого года жизни при довольно широких пределах колебаний общего числа лейкоцитов наблюдаются и широкие пределы вариаций процентного содержания отдельных форм (рис. 2).

Высокое содержание лимфоцитов и малое количество нейтрофилов в первые годы жизни постепенно выравнивается, достигая к 5-6 годам почти одинаковых величин. После этого процент нейтрофилов постепенно растет, а процент лимфоцитов понижается (рис. 2).

Малым содержанием нейтрофилов, а также недостаточной их зрелостью и фагоцитарной активностью отчасти объясняется большая восприимчивость детей младших возрастов к инфекционным заболеваниям.

**Заключение**

Система крови является жизненно важной для организма человека. В нее входят костный мозг, селезенка, лимфатические узлы, печень, циркулирующая и депонированная кровь. Это весьма динамичная система, четко реагирующая на экзогенные и эндогенные воздействия на организм человека и отвечающая своеобразными реакциями на возникающие в нем изменения.

В течение онтогенеза в каждый возрастной период кровь имеет свои характерные особенности. Они определяются уровнем развития морфологических и функциональных структур органов системы крови, а также нейрогуморальных механизмов регуляции их деятельности.

Система крови тонко реагирует на физические и химические воздействия со стороны внешней и внутренней сред организма, поэтому исследования крови дают основание для важных общебиологических выводов, позволяющих грамотно и наиболее точно провести диагностику и на основе этого формулировать заключение о наличии и виде типовой формы патологии системы крови, о возможных ее причинах, механизмах развития и исходе.

**Литература**

1. Анатомия человека. /Под ред. Сапина М.Р. В 2-х томах. - М.: Медицина, 1997.

. Атлас клеток крови и костного мозга (под ред. Г.И. Козинца). - М.: «Триада-Х», 1998, - 160 с.

2. Возрастные особенности системы крови / А.А. Маркосян, Х.Д. Ломазова. - Москва, 2002 // Хрестоматия по возрастной физиологии: учебное пособие: для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям - «Дошкольная педагогика и психология», «Педагогика и методика дошкольного образования» / Сост. М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер. - Москва: Академия, 2002. - С. 81-102.

. Гематология. Новейший справочник. / Под ред. Абдулкадырова К.М.М., 2004. - 928 с

. Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология. Учебное пособие для студентов педагогических вузов. - М.: Высшая школа, 1985, 384 с.

5. Курепина М.М. Анатомия человека. - М.: Просвещение, 1979.

. Начала физиологии: Учебник для вузов / Под редакцией акад. А.Д. Ноздрачева. - СПб.: Издательство «Лань», 2001. - 1088 с.

. Патологическая физиология / Под ред. В.В. Новицкого, Е.Д. Гольдберга - Томск, 2001 - с 136-141

8. Руководство по гематологии в 3 т, т. 1. / Под ред. Воробьева А.И. Изд. «Ньюдиамед». М., 2002, 280 с

. Руководство по гематологии в 3 т, т. 2. / Под ред. Воробьева А.И. Изд. «Ньюдиамед». М., 2003, 270 с

. Шиффман Фред. Дж., Патофизиология крови, С-Пб., 2000