

Лекция

Тема «Физиология системы крови»

1. Физико-химические свойства крови
2. Группы крови
3. Форменные элементы крови
4. Кроветворение и регуляция системы крови

1. Физико-химические свойства крови

Кровь по своему содержанию неоднородна. При отстаивании в пробирке несвернувшейся крови она разделяется на два слоя:

верхний (60-55 % общего объема) - плазма,

нижний (40-45 % объема) - осадок - **форменные элементы** крови (толстый слой красного цвета - эритроциты, над ним тонкий беловатый осадок - лейкоциты и кровяные пластинки).

Следовательно, кровь состоит из жидкой части (**плазмы**) и взвешенных в ней **форменных элементов**.

Вязкость и относительная плотность крови. Вязкость крови обусловлена наличием в ней **эритроцитов** и **белков**. В нормальных условиях **вязкость** крови в 3-6 раз **больше** вязкости **воды**. Она увеличивается при больших потерях воды организмом, а также при **возрастании** количества эритроцитов. При **уменьшении** числа эритроцитов **вязкость** крови **снижается**.

Относительная **плотность крови** от 1,035 (рыбы) – до 1,056 (пушные звери) (КРС 1,055; лошадь 1,054; свинья 1,048) зависит в основном от количества эритроцитов. **Плотность** эритроцитов **выше** - 1,08-1,09. Относительная **плотность лейкоцитов** и **кровяных пластинок** **ниже**, чем **эритроцитов**, поэтому при центрифугировании они образуют слой над эритроцитами.

Осмотическое и онкотическое давление крови. В жидкой части крови растворены минеральные вещества - **соли**. У млекопитающих их концентрация составляет **около 0,9 %**. Они находятся в диссоциированном состоянии в виде катионов и анионов. От содержания этих веществ зависит в основном **осмотическое давление** крови. **Осмотическое давление** - это сила, вызывающая движение растворителя через полупроницаемую мембрану из менее концентрированного раствора в более концентрированный.

Осмотическое давление крови составляет **7,6 атм**, или 768,2 кПа.

Клетки тканей и клетки самой крови окружены полупроницаемыми оболочками, через которые легко проходит вода и почти не проходят растворенные вещества. Поэтому **изменение осмотического давления** в крови и тканях **может привести** к набуханию клеток или потере ими воды. Даже незначительные изменения соленого состава плазмы крови губительны для многих тканей, и прежде всего для клеток самой крови. **Осмотическое давление** крови держится на относительно постоянном уровне за счет функционирования регулирующих механизмов. В стенках кровеносных сосудов, в тканях, в отделе промежуточного мозга - гипоталамусе имеются специальные рецепторы, реагирующие на изменение **осмотического давления** - **осморецепторы**. Раздражение осморецепторов вызывает

рефлекторное изменение деятельности выделительных органов, и они удаляют избыток воды или солей, поступивших в кровь.

Если эритроциты поместить в солевой раствор, имеющий осмотическое давление, **одинаковое** с кровью, они **не изменяют свой объем**. Такой раствор называют **изотоническим**, или **физиологическим**. Это может быть 0,85% раствор NaCl. В растворе, осмотическое давление которого выше осмотического давления крови, эритроциты **сморщиваются**, так как вода выходит из них в раствор. В растворе с более низким осмотическим давлением, чем давление крови, эритроциты **набухают** в результате перехода воды из раствора в клетку. Растворы с более высоким осмотическим давлением, чем давление крови, называются **гипертоническими**, а имеющие более низкое давление – **гипотоническими**.

Онкотическое давление крови – это часть **осмотического давления**, создаваемого белками плазмы. Оно равно 0,03 – 0,04 атм, или 25 – 30 мм рт.ст. **Онкотическое давление** в основном обусловлено **альбуминами**. Они обладают выраженной способностью притягивать к себе воду, за счет чего она удерживается в сосудистом русле. При снижении онкотического давления крови происходит выход воды из сосудов в интерстициальное пространство, что приводит к отеку тканей. Онкотическое давление препятствует чрезмерному переходу воды из крови в ткани и способствует реабсорбции её из тканевых пространств.

Реакция крови и буферные системы. Кровь животных имеет **слабощелочную реакцию**. Её **pH** находится в **пределах 7,35-7,55** и сохраняется на относительно постоянном уровне, несмотря на постоянное поступление в кровь кислых и щелочных продуктов обмена. Сдвиг реакции в кислую сторону называется **ацидозом**, который обуславливается увеличением в крови водородных ионов. Сдвиг реакции крови в щелочную сторону называется **алкалозом**. Это связано с увеличением концентрации гидроксильных ионов OH и уменьшением концентрации водородных ионов. Постоянство реакции крови имеет большое значение для нормальной жизнедеятельности, так как сдвиг pH на 0,3-0,4 смертельно опасен для организма. Активная **реакция крови (pH)** является одной из жестких констант гомеостаза.

Накоплению кислых соединений способствует потребление белковой пищи. Напротив, при усиленном потреблении растительной пищи в кровь поступают основания. Поддержание **кислотно-щелочного равновесия** достигается наличием в крови **буферных систем** и деятельностью выделительных органов, удаляющих избытки кислот и щелочей.

В крови имеются следующие буферные системы:

- **гемоглобиновая,**
- **карбонатная,**
- **фосфатная,**
- **белков плазмы крови.**

Гемоглобиновая буферная система. Это самая мощная система. Примерно 75 % буферов крови составляет **гемоглобин**. В восстановленном состоянии он является очень слабой кислотой, в окисленном - его кислотные свойства усиливаются.

Карбонатная буферная система. Представлена смесью слабой кислоты – угольной (H_2CO_3) и ее солей - **бикарбонатов натрия и калия** ($NaHCO_3$ и $KHCO_3$). При обычно существующей в крови концентрации водородных ионов количество растворенной **угольной кислоты** примерно в 20 раз меньше, чем **бикарбонатов**. Если в кровь поступает кислота, более сильная, чем угольная, то в реакцию вступает, например, бикарбонат натрия. Образуются нейтральная соль и слабодиссоциированная угольная кислота. Угольная кислота под действием карбоангидразы эритроцитов распадается на H_2O и CO_2 , последний выделяется легкими в окружающую среду. Если в кровь поступает основание, то в реакцию вступает угольная кислота, образуя гидрокарбонат натрия и воду. Избыток бикарбоната натрия удаляется через почки.

Фосфатная буферная система. Эта система состоит из натрия дигидрофосфата (NaH_2PO_4) и натрия гидрофосфата (Na_2HPO_4). Первое соединение обладает свойствами слабой кислоты и взаимодействует с поступившими в кровь щелочными продуктами. Второе соединение имеет свойства слабой щелочи и вступает в реакцию с более сильными кислотами.

Белки плазмы крови. Как и всякие белки, они обладают **амфотерными свойствами**: с кислотами вступают в реакцию как основания, с основаниями как кислоты, благодаря чему участвуют в поддержании рН на относительно постоянном уровне.

Так как в крови имеется определенное и довольно **постоянное отношение** между кислотными и щелочными компонентами, принято называть его **кислотно-щелочным равновесием**.

Величину **щелочного резерва** крови можно определить по количеству содержащихся в ней бикарбонатов, которое обычно выражают в кубических сантиметрах углекислого газа, образовавшегося из бикарбонатов путем прибавления кислоты в условиях равновесия с газовой смесью, где парциальное давление углекислого газа равно 40 мм рт. ст., что соответствует давлению этого газа в альвеолярном воздухе.

Щелочной резерв у лошадей составляет 55-57 см³ у крупного рогатого скота - в среднем 60 см³, овец - 56 см³ углекислого газа в 100 мл плазмы крови.

Количество крови в организме

Из циркулирующей по сосудам крови больше половины находится в венах и 1/5 часть – в сосудах легких. Количество крови в % к живой массе: КРС и овца 8%, лошадь 9-10%, свинья 7%, курица 8,5%, кролик 5,4%; собака 6,8%; кошка 5%).

Состав плазмы крови.

Плазма крови - это сложная биологическая система, тесно связанная с тканевой жидкостью организма.

В плазме крови содержится 90-92 % воды и 8-10 % сухих веществ. В состав сухих веществ входят белки, глюкоза, липиды (нейтральные жиры, лецитин, холестерин и т. д.), молочная и пировиноградная кислота, небелковые азотистые вещества (аминокислоты, мочевины, мочевая кислота, креатин, креатинин), различные минеральные соли (преобладает хлористый натрий), ферменты, гормоны, витамины пигменты.

Плазма, лишенная белка **фибриногена** и других веществ, участвующих в процессе свертывания называется **сыворотка**.

Белки плазмы и их функционал значение. Основную часть сухого вещества плазмы составляют белки. Общее их количество равно 6-8 %. Имеется несколько десятков различных **белков**, которые делят на две основные группы: **альбумины** и **глобулины**. Соотношение между количеством альбуминов и глобулинов в плазме крови животных разных видов различно.

Соотношение альбуминов и глобулинов в плазме крови *называют белковым коэффициентом*. У свиней, овец, коз, собак, кроликов он **больше единицы**, а у лошадей, крупного рогатого скота количество глобулинов, как правило, превышает количество альбуминов, то есть он **меньше единицы**.

С помощью метода электрофореза **глобулины** разделили на несколько фракций: α_1 , α_2 , β , γ глобулины. В глобулиновую фракцию входит фибриноген, имеющий большое значение в свертывании крови.

Альбумины и **фибриноген образуются** в печени, **глобулины**, кроме печени, еще и в костном мозге, селезенке, лимфатических узлах.

Белки плазмы крови выполняют многообразные **функции**. Они поддерживают нормальный объем крови и постоянное количество воды в тканях. Как крупномолекулярные коллоидные частицы, белки не могут проходить через стенки капилляров в тканевую жидкость. Оставаясь в крови, они притягивают некоторое количество воды из тканей в кровь и создают так называемое **онкотическое давление**. Особенно большое значение в его создании принадлежит **альбуминам**, имеющим меньшую молекулярную массу и отличающимся большей подвижностью, чем **глобулины**. На их долю приходится примерно **80 % онкотического давления**.

Большую роль играют белки и в транспорте питательных веществ. Альбумины связывают и переносят жирные кислоты, пигменты желчи. α - и β - глобулины переносят холестерин, стероидные гормоны, фосфолипиды; γ -глобулины участвуют в транспорте металлических катионов.

Белки плазмы крови, и прежде всего фибриноген, участвуют в свертывании крови. Обладая амфотерными свойствами, они поддерживают кислотно-щелочное равновесие. Белки создают вязкость крови, имеющую важное значение в поддержании артериального давления. Они

стабилизируют кровь, препятствуя чрезмерному оседанию эритроцитов. В γ - глобулиновую фракцию белков входят различные **антитела**, которые защищают организм от вторжения бактерий и вирусов.

2. Группы крови

Агглютинация. В начале XX века было открыто явление **агглютинации** (склеивание) эритроцитов. **Агглютинация** наступает в результате взаимодействия содержащихся в эритроцитах **антигенов** - **агглютиногенов** и, имеющих в плазме, **антител** - **агглютининов**. Явление агглютинации лежит в основе определения групп крови.

В 1901 г. К. Ландштейнер открыл в эритроцитах человека два агглютинирующих фактора, которым дали название **агглютиноген А** и **агглютиноген В**. Оказалось, что в крови одних людей совсем нет **агглютиногенов** (**группа I**), в крови других содержится только **агглютиноген А** (**группа II**), а у третьих - только **агглютиноген В** (**группа III**).

Таким образом, К. Ландштейнер выделил **три группы крови**. **Впоследствии** К. Янский открыл **IV группу крови**, эритроциты которой содержат оба агглютиногена - А и В.

Что касается **плазмы** крови, то в ней было соответственно **открыто два агглютинирующих агента** - **агглютинин α** и **агглютинин β** . В крови каждого человека никогда не встречаются одновременно **агглютиноген А** с **агглютинином α** и **агглютиноген В** с **агглютинином β** , поэтому в организме **агглютинации** собственных эритроцитов не происходит.

Агглютинация наступает при взаимодействии одноименных агглютинина и агглютиногена **α с А, β с В**. Кроме того, для нее необходимо достаточное количество агглютининов. Кровь донора (дающего кровь) переливают реципиенту медленно и в небольших количествах, поэтому в организм реципиента вводится, как правило, небольшое количество агглютининов. Следовательно, при переливании крови агглютинины донора не будут иметь значение, поэтому нужно обращать внимание на его агглютиногены, а у реципиента важно учитывать агглютинины. Людям с первой группой крови можно переливать кровь только первой группы. Кровь же первой группы можно переливать людям всех групп. Поэтому люди с первой группой крови являются универсальными донорами. Нельзя переливать кровь второй группы в третью и наоборот. Кровь четвертой группы можно вводить только четвертой, а она может получать кровь всех четырех групп (универсальный реципиент).

В 1940 г. Ландштейнер и Винер открыли в эритроцитах людей еще один **агглютиноген**, который получил название **резус-фактора**. Исследователи вводили кровь обезьян (*Macacus rhesus*) кроликам и получали от них сыворотку, содержащую антитела против агглютиногенов макаки. Оказалось, что эта сыворотка дает резко **положительную** реакцию агглютинации эритроцитов не только макаки, но и большого количества

людей (85 %) – **резус-положительные**, у 15 % обследованных этот антиген не был обнаружен - **резус-отрицательные**.

Группы крови сельскохозяйственных животных. В эритроцитах сельскохозяйственных животных обнаружено большое количество антигенных факторов. Антигены, обуславливающие группы крови, обозначают заглавными буквами латинского алфавита (А, В, С, ..., Р, К и т. д.) в соответствии с международной номенклатурой. Полное написание формулы группы крови учитывает как антигены (**А, В** и т. д.), так и антитела (**α, β** и т. д.). Однако у большинства видов сельскохозяйственных животных при огромном богатстве антигенных факторов в эритроцитах очень мало, часто совсем нет естественных антител в плазме крови. Поэтому о группах крови животных делают заключение только по антигенной характеристике эритроцитов. Разнообразные сочетания антигенов создают **десятки** и **сотни групп крови**. Антигены, наследование которых взаимообусловлено, составляют систему групп крови.

Наличие у животных антигенных факторов в эритроцитах определяют по их реакции с соответствующими антителами. **Антитела**, которые находятся в плазме крови неиммунизированных животных, называют нормальными или естественными. Однако основную массу антигенных факторов у сельскохозяйственных животных определяют с помощью **антител**, обнаруженных в плазме крови после предварительной иммунизации животных, то есть введения им эритроцитов того же вида.

Наиболее изучены группы крови крупного рогатого скота и свиней. С помощью иммунных специфических антисывороток у крупного рогатого скота изучены и идентифицированы **100** антигенных факторов, объединенных в **12 систем**. Особенно обширна система **В**, в нее входит **50** антигенных факторов. Количество известных групп крови в системе **В** составляет несколько сотен, в системе **С** - 35, в системе **А** - 10. Для антигенов групп крови крупного рогатого скота не хватило букв алфавита, поэтому стали использовать тот же алфавит с первой буквы, но с надстрочными индексами: **А', В', С'** и т.д.

У свиней обнаружены **50 антигенов**, образующих **14 систем**. К наиболее простым системам групп крови свиней относят системы **В, Y, I**, обуславливаемые двумя аллелями (в каждой системе по три группы крови). Более сложны в иммуногенетическом отношении полиаллельные системы **АО, Е, Н, К** и др.

У овец найдено **семь систем** групп крови; наибольшее количество антигенных факторов в системе **В** (52), наименьшее в системах **А** и **Д**.

У лошадей от крыто **10** естественных агглютиногенов, с помощью иммунизации у них удалось получить еще **19** агглютиногенов, а агглютинины в плазме выявляют редко (до 6 %). Агглютиногены лошадей образуют **восемь систем** групп крови. В системах **А, Д, Р** по **четыре** группы крови. Система **Q** - наиболее сложная (**восемь** групп крови). Системы

С, К, Т и **U** представлены одним антигенным фактором, имеющим два аллеля, обуславливающих **две** группы крови.

У кур найдено **60** антигенных факторов, сгруппированных в **14** систем. В каждой системе известно по **одному** (системы **К, Р**), **2** и более **20** (система **В**) антигенов, от которых зависит групповая дифференциация этого вида.

3. Форменные элементы крови

Эритроциты переносят O_2 содержащимся в них гемоглобином от легких к тканям и CO_2 от тканей к альвеолам легких. Функции эритроцитов обусловлены высоким содержанием гемоглобина. Количество **эритроцитов** (млн/ mm^3) у лошади 6-9, у КРС 5-7,5, у свиньи 6-7,5, у курицы 3-4. При **разрушение эритроцитов** гемоглобин выходит в окружающую среду этот процесс называется **гемолиз**. **Эритроциты** имеют дисковидную, двояковогнутую форму. **Гемоглобин** — это гемопротейн, окрашивающий эритроцит в красный цвет после связывания молекулы O_2 с ионом железа (Fe^{++}). Количество гемоглобина у лошади — 8-14 г/%, у КРС 9-12 г/%, у курицы 8-12 г/%. **Молекула гемоглобина** состоит из четырех субъединиц гема, связанных с белковой частью молекулы — **глобином**, сформированной из полипептидных цепей. **Соединение гемоглобина** с молекулой O_2 называется **оксигемоглобином**. **Оксигемоглобин**, отдавший кислород, называется **восстановленным**, или **дезоксигемоглобином**. **Эритроциты** функционируют в крови около 120 дней. Старение эритроцитов связано с уменьшением образования в эритроците количества АТФ в ходе метаболизма глюкозы. Уменьшенное образование АТФ, ее дефицит нарушает в **эритроците** процессы, обеспечиваемые ее энергией. **Уменьшение количества эритроцитов** в единице объема крови называется **анемией**, увеличение — **эритроцитозом**.

Лейкоциты формируют мощный кровяной и тканевый барьеры против микробной, вирусной и паразитарной инфекции, поддерживают тканевый гомеостазис и регенерацию тканей. Количество **лейкоцитов** (тыс/ mm^3) у лошади 7-12, у КРС 4,5-12, у курицы 20-40. **Лейкоциты**, имеющие в цитоплазме зернистость, называются **гранулоцитами**, а не содержащие зернистости — **агранулоцитами**. Процентное отношение в крови лейкоцитов, происшедших из разных линий кроветворения, называется лейкоцитарной формулой. К **гранулоцитам** относятся **базофилы**, **эозинофилы** и **нейтрофилы**. К **агранулоцитам** относятся **лимфоциты** и **моноциты**. Функцией зрелых **нейтрофильных** лейкоцитов является уничтожение проникших в организм инфекционных агентов. Осуществляют ее они, тесно взаимодействуя с макрофагами, Т- и В-лимфоцитами. **Нейтрофилы** фагоцитируют поврежденные клетки собственного организма, секретируют бактерицидные вещества и способствуют регенерации тканей, удаляя из них поврежденные клетки, а также секретируя стимулирующие регенерацию тканей вещества.

Функции базофильных гранулоцитов - поддержание кровотока в мелких сосудах; трофика тканей и рост новых капилляров; обеспечение миграции других лейкоцитов в ткани; защита кишечника, кожи и слизистых оболочек при инфицировании гельминтами и клещами; участие в формировании аллергических реакций. **Базофильные гранулоциты** способны к фагоцитозу, миграции из кровеносного русла в ткани и передвижению в них.

Функции эозинофильных лейкоцитов - защита организма от паразитарной инфекции; инактивация биологически активных соединений, образующихся при аллергических реакциях; препятствуют длительному действию биологически активных веществ, секретируемых тучными клетками и базофилами; обладают фагоцитарной и бактериоцидной активностью.

Функции моноцитов - макрофагов: фагоцитарная защита организма против микробной инфекции; токсический эффект метаболитов макрофагов на паразитов; участие в иммунном ответе организма и воспалении; регенерация тканей и противоопухолевая защита; регуляция гемопоэза; фагоцитоз старых и поврежденных клеток крови.

Лимфоциты — главные клетки иммунной системы. Они обеспечивают гуморальный иммунитет (выработку антител), клеточный иммунитет (контактное взаимодействие с клетками-жертвами), а также регулируют деятельность клеток других типов. По функциональным признакам различают **три типа** лимфоцитов: **В-клетки, Т-клетки, НК-клетки.**

В-лимфоциты, или В-клетки, распознают чужеродные структуры (антигены), вырабатывая при этом специфические антитела (белковые молекулы, направленные против конкретных чужеродных структур).

Т-лимфоциты, или Т-клетки, включают в себя цитотоксические Т-лимфоциты, Т-хелперы, Т-регуляторы. Цитотоксические Т-лимфоциты выполняют функции уничтожения, Т-хелперы активируют и направляют иммунный ответ, а Т-регуляторы тормозят излишний иммунный ответ.

НК-лимфоциты способны уничтожать клетки, признаваемые организмом генетически-чужеродными или потерявшие отличительные признаки «своего» (без учёта антигенной специфичности).

Тромбоциты (кровяные пластинки) препятствуют внезапной потере крови, «закупоривая» место повреждения кровеносных сосудов вначале временной, а затем постоянной тромбоцитарной пробкой. **Тромбин** — активный протеолитический фермент, отщепляет от молекулы фибриногена 4 пептида мономера. Соединяясь друг с другом мономеры в течение нескольких секунд формируют сеть волокон фибрина. Под влиянием фибринстабилизирующего фактора (фактор XIII) в фибрине образуются дополнительные дисульфидные связи, и сеть фибриновых волокон становится прочной. В этой сети задерживаются тромбоциты, лейкоциты, эритроциты и белки плазмы, формируя фибриновый тромб.

3. Кроветворение и регуляция системы крови

Кроветворение, или **гемопоз**, - процесс образования, развития и созревания клеток крови. Различают **эритропоз** - образование эритроцитов, **лейкопоз** - образование лейкоцитов и **тромбоцитопоз** образование тромбоцитов.

Кроветворение - одна из наиболее рано возникающих функций организма. Родоначальником все форменных элементов крови является клетка - **гемоцитобласт**. Во внутриутробный период **образование и развитие** эритроцитов, зернистых лейкоцитов и мегакариоцитов происходит **в печени**. В конце внутриутробного периода **кроветворение** в печени **прекращается** и единственным органом образования этих клеток становится **красный костный мозг**. Предшественники **лимфоцитов** образуются в костном мозге. Оттуда часть клеток переносится в лимфоузлы и селезенку, где идет их дозревание и размножение. Это так называемые **В-клетки**. Другие клетки-предшественники поступают из костного мозга с кровью в вилочковую железу, или **тимус**. Они размножаются, проходят первую стадию созревания и становятся **Т-лимфоцитами**. Затем они снова переходят в кровь и направляются в лимфатические узлы.

Форменные элементы крови живут недолго, поэтому непрерывно образуются новые и разрушаются старые клетки.

Регуляция кроветворения осуществляется нейро-гуморальным путем. Высшим подкорковым центром, осуществляющим нервную регуляцию системы крови, является гипоталамус. Кора головного мозга оказывает влияние на систему крови также через гипоталамус. Эфферентные влияния гипоталамуса включают механизмы кроветворения, кровообращения и перераспределения крови, ее депонирования и разрушения. Рецепторы костного мозга, печени, селезенки, лимфатических узлов и кровеносных сосудов воспринимают происходящие здесь изменения, афферентные импульсы от этих рецепторов служат сигналом соответствующих изменений в подкорковых центрах регуляции. Гипоталамус через симпатический отдел вегетативной нервной системы стимулирует кроветворение, усиливая эритропоз. Парасимпатические нервные влияния тормозят эритропоз и осуществляют перераспределение лейкоцитов: уменьшение их количества в периферических сосудах и увеличение в сосудах внутренних органов. Гипоталамус принимает также участие в регуляции осмотического давления, поддержании необходимого уровня сахара в крови и других физико-химических констант плазмы крови.

Нервная система оказывает как прямое, так и косвенное регулирующее влияние на систему крови. Прямой путь регуляции заключается в двусторонних связях нервной системы с органами кроветворения, кровераспределения и кроверазрушения. Афферентные и эфферентные импульсы идут в обоих направлениях, регулируя все процессы системы крови. Косвенная связь между нервной системой и системой крови

осуществляется с помощью гуморальных посредников, которые, влияя на рецепторы кроветворных органов, стимулируют или ослабляют гемопоэз.

Среди механизмов гуморальной регуляции крови особая роль принадлежит биологически активным гликопротеидам — гемопоэтинам, синтезируемым главным образом в почках, а также в печени и селезенке. Продукция эритроцитов регулируется эритропоэтинами, лейкоцитов— лейкопоэтинами и тромбоцитов - тромбопоэтинами. Эти вещества усиливают кроветворение в костном мозге, селезенке, печени, ретикулоэндотелиальной системе. Концентрация гемопоэтинов увеличивается при снижении в крови форменных элементов, но в малых количествах они постоянно содержатся в плазме крови, являясь физиологическими стимуляторами кроветворения.

Стимулирующее влияние на гемопоэз оказывают гормоны гипофиза (соматотропный и адренотропный гормоны), коркового слоя надпочечников (глюкокортикоиды).