

Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Волгоградский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Отчетная работа

по результатам выполнения индивидуальных заданий учебной практики  
«Профильная учебная практика по биохимии»

на тему:

«Гемопоз»

Выполнили:

студенты 3 курса 2 группы

Медико-биологического факультета

Направления подготовки Биология

Профиль Биохимия

Телякова Екатерина Ивановна

Саркисян Лианна Симоновна

Манжелей Татьяна Александровна

Тарасова Светлана Юрьевна

Проверил:

Доцент кафедры фундаментальной

медицины и биологии

Толкачев Борис Евгеньевич

*Хорошо (84 балла)  
с ил. замечаниями  
в тексте работы  
Мир (Толкачев Б.Е.)*

*27.07.2015*

## Содержание.

1. Гемопоз. Факторы. Симптомы.
2. Постэмбриональный гемопоз
3. Особенности гемопоза в стенке желточного мешка, в печени, в тимусе, селезенке, лимфатических узлах и в костном мозге.
4. Список литературы



## Гемопоз. Факторы. Симптомы.

Гемопоз (кроветворение) - процесс образования, созревания и дифференцировки кроветворных клеток конечных стадий дифференцировки из клеток-предшественниц в условиях специфического микроокружения. Гемопоз осуществляется в костном мозге плоских костей (череп, рёбра, грудина, позвонки, кости таза) и эпифизов трубчатых костей. Другими кроветворными органами являются селезёнка, тимус, лимфатические узлы и печень. В этой статье мы рассмотрим симптомы гемопоза и основные признаки гемопоза у человека.

### Факторы гемопоза.

Образование клеточных элементов крови активируется и регулируется факторами гемопоза: гемопозитическими факторами роста, факторами транскрипции, фолиевой кислотой и витамином В12. Гемопозитические факторы роста - фактор стволовых клеток (SCF), интерлейкины, эритропоэтин, тромбопоэтин. Факторы транскрипции - белки, связывающиеся с ДНК и регулирующие экспрессию генов кроветворных клеток. Фолиевая кислота и витамин В12 необходимы для синтеза ДНК. Фолаты и витамин В12 поступают с пищей и всасываются в тонкой кишке. Для всасывания витамина В12 в кишечнике необходим внутренний фактор Касла, синтезируемый париетальными клетками желудка. Фактор связывает витамин В12 и защищает его от разрушения ферментами. Комплекс внутреннего фактора с витамином В12 в присутствии ионов кальция взаимодействует с рецепторами эпителиальной клетки дистального отдела подвздошной кишки. При этом витамин В12 поступает в клетку, а внутренний фактор высвобождается. Отсутствие внутреннего фактора Касла приводит к развитию анемии. Органы кроветворения и кроверазрушения при гемопозе: К кроветворным органам относят костный мозг (основной орган постнатального гемопоза), тимус, лимфатические узлы, селезёнку, пейерову бляшку кишечника. Разрушение клеток крови происходит в основном в селезёнке.



## Симптомы гемопоэза.

Костный мозг - основной кроветворный орган постнатального гемопоэза. Различают жировой костный мозг, деятельный костный мозг и строму. Жёлтый костный мозг (назван так из-за большого скопления жировых клеток) - неактивная часть, начинающая действовать при необходимости для усиления гемопоэза (например, при хронической гипоксии или тяжёлых кровотечениях). В красном костном мозге преобладают созревающие эритроциты, что придаёт костномозговым очагам гемопоэза красный цвет. Строма костного мозга состоит из эндотелиальных, адвентициальных и ретикулярных клеток (фибробласты костного мозга), макрофагов, жировых клеток, остеокластов, остеобластов, остеоцитов и внеклеточного матрикса.

Вилочковая железа (тимус) - центральный орган лимфопоэза. Здесь происходит антигеннезависимая дифференцировка Т-лимфоцитов. Предшественники Т-клеток попадают в корковое вещество тимуса из костного мозга. Тимус состоит из двух долей, разделённых соединительнотканной трабекулой. В доле зрелого тимуса различают корковый и мозговой слои. Корковый слой содержит делящиеся клетки - клетки-предшественницы Т-лимфоцитов, ранние протимоциты, имеющие морфологию лимфобластов. Их дальнейшая дифференцировка в CD4<sup>+</sup>- и CD8<sup>+</sup>-Т-лимфоциты протекает в мозговой части дольки тимуса и состоит в селекции клеток, которые способны связывать чужеродные Аг (положительная селекция), но не способны реагировать с собственными Аг (отрицательная селекция). В результате селекции только 3-5% клеток, продуцируемых в тимусе, приобретают специфические маркёры Т-хелперов и Т-супрессоров и мигрируют через мозговое вещество во вторичные лимфоидные органы (селезёнка, лимфатические узлы). Остальные клетки погибают в корковом слое. Кроме того, в тимусе вырабатываются гуморальные факторы иммунной системы. Лимфатический узел - снаружи покрыт соединительнотканной капсулой, от которой отходят трабекулы. В лимфатическом узле различают корковую и мозговую части, а также синусы.



В корковой части располагаются в основном В-лимфоциты и макрофаги, организованные в первичные и вторичные фолликулы. Т-лимфоциты преимущественно располагаются в субкортикальной зоне и в центре вторичных фолликулов. В лимфатическом узле Т-лимфоциты взаимодействуют с В-лимфоцитами и фолликулярными дендритными клетками в процессе иммунного ответа. Из паренхимы лимфатического узла лимфоциты поступают в выносящие лимфатические сосуды.

Пейеровы бляшки. По ходу ЖКТ в непосредственной связи с эпителием располагаются лимфоидные скопления, называемые пейеровыми бляшками. Их строение аналогично лимфоидным фолликулам селезёнки и лимфатических узлов. Главный компонент - большие зародышевые центры, окружённые лимфоцитами.

Селезёнка - самый большой орган системы крови, покрытый снаружи соединительнотканной капсулой. Растяжение капсулы при увеличении селезёнки вызывает болевой синдром. В паренхиме органа различают красную пульпу (содержит эритроциты и многочисленные макрофаги, уничтожающие старые эритроциты), белую пульпу (совокупность лимфоидной ткани селезёнки, представленную скоплениями Т-лимфоцитов вокруг артерий, выходящих из трабекул) и лимфатические фолликулы, содержащие скопление В-лимфоцитов.

Особенности гемопоэза в стенке желточного мешка, в печени, в тимусе, селезенке, лимфатических узлах и в костном мозге.

#### Кроветворение в стенке желточного мешка.

В мезенхиме стенки желточного мешка обособляются зачатки сосудистой крови, или кровяные островки. В них мезенхимные клетки округляются, теряют отростки и преобразуются в стволовые клетки крови. Клетки, ограничивающие кровяные островки, уплощаются, соединяются между собой и образуют эндотелиальную выстилку будущего сосуда. Часть стволовых клеток дифференцируется в первичные клетки крови (бласты). Большинство первичных кровяных клеток митотически делится и превращается в первичные эритробласты, характеризующиеся крупным размером – мегалобласты. Это превращение совершается в связи с накоплением эмбрионального гемоглобина (HbF) в цитоплазме бластов. В некоторых первичных эритробластах ядро подвергается кариорексису и удаляется из клеток, в других ядро сохраняется. В результате образуются безъядерные и ядросодержащие первичные эритроциты, отличающиеся большим размером по сравнению с нормоцитами и поэтому получившие название мегалоцитов. Такой тип кроветворения называется мегалобластическим. Он характерен для эмбрионального периода, но может появляться в постнатальном периоде при некоторых заболеваниях.

Наряду с мегалобластическим в стенке желточного мешка начинается нормобластическое кроветворение, при котором из бластов образуются вторичные эритробласты, из которых образуются вторичные эритроциты (нормоциты).

Развитие эритроцитов в стенке желточного мешка происходит внутри первичных кровеносных сосудов, т.е. интраваскулярно. Одновременно экстраваскулярно из бластов, расположенных вокруг сосудистых стенок, дифференцируется небольшое количество гранулоцитов — нейтрофилов и эозинофилов.

*отсутствием сыжи  
на мит. чашечки*



Часть СКК остается в недифференцированном состоянии и разносится током крови по различным органам зародыша, где происходит их дальнейшая дифференцировка в клетки крови или соединительной ткани. После редукции желточного мешка основным кроветворным органом временно становится печень.

#### Кроветворение в печени.

Печень закладывается примерно на 3—4-й неделе эмбриональной жизни, а с 5-й недели она становится центром кроветворения. Кроветворение в печени происходит экстравакулярно, - по ходу капилляров, врастающих вместе с мезенхимой внутрь печеночных долек. Источником кроветворения в печени являются стволовые клетки крови, из которых образуются бласты, дифференцирующиеся во вторичные эритроциты.

Одновременно с развитием эритроцитов в печени образуются зернистые лейкоциты, главным образом нейтрофильные и эозинофильные.

Кроме гранулоцитов, в печени формируются гигантские клетки — мегакариоциты, - предшественники тромбоцитов. К концу внутриутробного периода кроветворение в печени прекращается.

#### Кроветворение в тимусе.

Тимус закладывается в конце 1-го месяца внутриутробного развития, и на 7—8-й неделе его эпителий начинает заселяться стволовыми клетками крови, которые дифференцируются в лимфоциты тимуса. Увеличивающееся число лимфоцитов тимуса дает начало Т-лимфоцитам, заселяющим Т-зоны периферических органов иммунопоэза.

#### Кроветворение в селезенке.

Закладка селезенки также происходит в конце 1-го месяца эмбриогенеза. Из вселяющихся сюда стволовых клеток происходит экстравакулярное образование всех видов форменных элементов крови, т.е. селезенка в эмбриональном периоде представляет собой универсальный кроветворный орган. Образование эритроцитов и



гранулоцитов в селезенке достигает максимума на 5-м месяце эмбриогенеза. После этого в ней начинает преобладать лимфоцитопоз.

#### Кроветворение в лимфатических узлах.

Первые закладки лимфоузлов человека появляются на 7—8-й неделе эмбрионального развития. Большинство лимфатических узлов развивается на 9—10-й неделе. В этот же период начинается проникновение в лимфатические узлы стволовых клеток крови, из которых на ранних стадиях дифференцируются эритроциты, гранулоциты и мегакарициты. Однако формирование этих элементов быстро подавляется образованием лимфоцитов, составляющих основную часть лимфатических узлов.

Появление единичных лимфоцитов происходит уже в течение 8—15-й недели развития, однако массовое «заселение» лимфатических узлов предшественниками Т- и В-лимфоцитов начинается с 16-й недели, когда формируются посткапиллярные вены, через стенку которых осуществляется процесс миграции клеток. Из клеток-предшественников дифференцируются сначала лимфобласты (или большие лимфоциты), а далее средние и малые лимфоциты. Дифференцировка Т- и В-лимфоцитов происходит, соответственно, в Т- и В-зависимых зонах лимфатических узлов.

#### Кроветворение в костном мозге.

Закладка костного мозга осуществляется на 2-м месяце эмбрионального развития. Первые гемопоэтические элементы появляются на 12-й неделе развития; в это время основную массу их составляют эритробласты и предшественники гранулоцитов. Из СКК в костном мозге формируются все форменные элементы крови, развитие которых происходит экстравакулярно. Часть СКК сохраняется в костном мозге в недифференцированном состоянии. Они могут расселяться по другим органам и тканям и являться источником развития клеток крови и соединительной ткани.



Таким образом, костный мозг становится центральным органом, осуществляющим универсальный гемопоэз, и остается им в течение постнатальной жизни. Он обеспечивает стволовыми кроветворными клетками тимус и другие гемопоэтические органы.

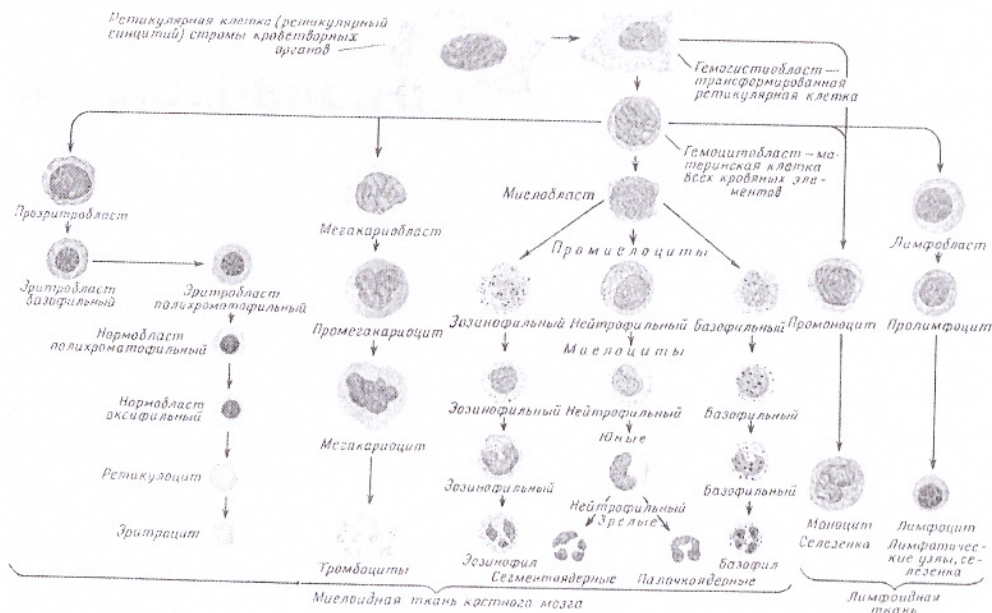
Постэмбриональный гемопоэз (физиологическая регенерация крови).

Кроветворение осуществляется в гемопоэтических тканях - миелоидной (костный мозг) и лимфоидной (органы иммунной системы).

Кроветворные клетки делятся на 6 классов (компарментов):

- I. Плюрипотентные стволовые клетки (СКК)
- II. Мультипотентные полустволовые клетки – колониеобразующие единицы
  - 1) родоначальная клетка миелопоэза - (КОЕ-ГЭММ)
  - 2) родоначальная клетка лимфопоэза - (КОЕ-Л)
- III. Унипотентные (коммитированные) родоначальные клетки – (КОЕ-М, КОЕ-Гн, КОЕ-Ео, КОЕ-Б, КОЕ-Мег, БОЕ-Э (КОЕ-Э), пре-Т-л, пре- В-л)
- IV. Клетки- предшественники (бласты)
- V. Созревающие (дифференцирующие) клетки
- VI. Зрелые клетки

Схема гемопоэза.



CFU-blast - стволовая кроветворная клетка; CFU-GEMM - полипотентная клетка-предшественница миелопоэза; CFU-Ly - полипотентная клетка-предшественница лимфоцитопоэза; CFU-GM - полипотентная клетка-



*Исходная форма*  
предшественница гранулоцитов и моноцитов; CFU-G - полипотентная клетка-предшественница нейтрофилов и базофилов. Унипотентные предшественники: BFU-E и CFU-E - эритроцитов; CFU-Ео - эозинофилов; CFU-M - моноцитов; CFU-Meg - мегакариоцитов.

#### Эритропоэз.

Из стволовой клетки эритропоэза (BFU-E) дифференцируется унипотентный предшественник эритроцитов CFU-E. Последний даёт начало проэритробласту. Дальнейшая дифференцировка приводит к уменьшению размеров клеток и количества органелл в них, к увеличению содержания НЬ и потере ядра. При этом из проэритробласта последовательно дифференцируются базофильный, полихроматофильный, оксифильный эритробласт (нормобласт), ретикулоцит, эритроцит.

#### Гранулоцитопоэз.

В ходе дифференцировки предшественников гранулоцитов выделяют: миелобласт, промиелоцит, миелоцит, метамиелоцит, палочкоядерный и сегментоядерный гранулоцит. По мере дифференцировки уменьшаются размеры клетки, появляются гранулы в цитоплазме, уплотняется ядро и изменяется его форма (от округлой к сегментированной).

#### Моноцитопоэз.

Моноциты и гранулоциты имеют общую клетку-предшественницу - колониобразующую единицу гранулоцитов и моноцитов (CFU-GM), образующуюся из полипотентной клетки-предшественницы миелопоэза (CFU-GEMM). В развитии моноцитов выделяют две стадии - монобласт и промоноцит.

#### Тромбоцитопоэз.

Из мегакариобластов развиваются самые крупные (30-100 мкм) клетки костного мозга - мегакариоциты. При дифференцировке мегакариоцит увеличивается в размерах, его ядро становится дольчатым. Образуется развитая система демаркационных мембран, по которым происходит отделение ("отшнуровка") тромбоцитов.

## Лимфопоэз.

Из стволовой кроветворной клетки (CFU-blast) происходит полипотентная клетка-предшественница лимфопоэза (CFU-Ly), которая впоследствии даёт начало клеткам-предшественницам В-лимфопоэза, Т-лимфопоэза и (частично) предшественницам естественных киллеров (NK-клетки). Дальнейшая дифференцировка включает в себя уровни про-В(Т)-клеток, пре-В(Т)-клеток, незрелых В(Т)-клеток, зрелых наивных В(Т)-клеток и (после контакта с Аг) - зрелых В(Т)-клеток окончательных стадий дифференцировки.



### Список литературы.

1. <http://www.medmoon.ru/bolezni/bol105.html>
2. <http://biofile.ru/bio/10081.html>
3. [http://www.morphology.dp.ua/\\_mp3/hematopoies.php](http://www.morphology.dp.ua/_mp3/hematopoies.php)
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%C3%E5%EC%EE%EF%EE%FD%E7>
5. [http://med-books.info/patologicheskaya-fiziologiya\\_792/gemopoez-obschie-zakonomernosti-43968.html](http://med-books.info/patologicheskaya-fiziologiya_792/gemopoez-obschie-zakonomernosti-43968.html)
6. <http://www.medical-enc.ru/10/krovetvorenie.shtml>