

Ткани внутренней среды. Кровь (лектор - д.м.н., доцент С.В. Диндяев)

Ткани вн. среды – группа тканей с разнообразными морфофункциональными признаками, которые не граничат с внешней средой и полостями тела. Развиваются из мезенхимы и обеспечивают гомеостаз организма

Классификация

1. кровь
2. лимфа
3. собственно соединительные ткани
4. соединительные ткани со специальными свойствами
5. скелетные соединительные ткани

Общие структурные признаки:

1. образованы клетками и межклеточным в-вом
2. объем межклеточного в-ва преобладает
3. межклеточное в-во содержит волокна и аморфное в-во
4. клетки аполярны, не имеют постоянных контактов, принадлежат к различным дифферонам и имеют разную степень дифференцировки
5. высокая способность к регенерации

Кровь – жидкая ткань, кот. циркулирует по кровеносным сосудам.

Кровь составляет 5-9 % массы тела, в среднем в теле массой 70 кг около 5-5,5 л крови. Потеря > 30% - смерть

Анализ крови широко используется в клинической практике. Включает, в частности, цитологическое (мазки, окрашенные по Романовскому-Гимза) и биохимическое исследование.

Функции крови

- 1) дыхательная (перенос O₂ и CO₂)
- 2) трофическая
- 3) защитная (свертывание крови, обеспечение клеточного и гуморального иммунитета)
- 4) гомеостатическая
- 5) транспортная (продуктов обмена в-в, бав, гормонов и пр.)
- 6) терморегуляторная
- 7) ангиопротекторная (защита и стимуляция восстановления стенки сосудов)

Состав крови

1. плазма
2. форменные элементы, взвешенные в плазме

Плазма – межклеточное в-во жидкой консистенции, имеет рН 7,36. Содержит 90 % воды, 9 % - органич. в-ва (альбумин, глобулины, фибриноген и пр.), 1 % - неорганич. в-ва.

При свертывании крови в плазме происходит волокнообразование.

Форменные элементы крови

- 1) эритроциты
- 2) тромбоциты
- 3) лейкоциты (истинные клетки, предыдущие – постклеточные структуры)

Эритроциты (erythrocytes – красный)

Наиболее многочисл. ф.э. крови. Представляют собой постклеточные стр-ры, утратившие в процессе развития ядро и большинство органелл. Образуются в ккм, поступают оттуда в кровь. В крови они функционируют в течение всей жизни – 100-120 дней. Разрушаются м/ф селезенки, печени и ккм.

Функции эритроцитов:

- 1) газообменная (дыхательная) – обеспечив. Нв
- 2) транспорт аминокислот, гормонов, антител

Кол-во эритроцитов

М – $3,9-5,5 \times 10^{12}$ в 1 л

Ж – $3,7-4,9 \times 10^{12}$ в 1 л

Половые различия: андрогены стимул. эритроцитопоз, эстрогены – подавляют (?).

Кол-во эр. может варьировать в зависимости от возраста, эмоциональной и мышечной нагрузки, действия экологических факторов.

эритроцитоз – увел. кол-ва эр. (разреж. атмосфера, у новорожденных, эмоцион. нагрузки

эритропения – уменьшение кол-ва эр.(при анемиях)

Размеры эритроцитов

Диаметр большинства (75%) – $\approx 7,5$ мкм – нормоциты

12,5 % - макроциты ($d > 7,5$ мкм)

12,5 % - микроциты ($d < 7,5$ мкм)

Изменение размеров эр. встречается при заболеваниях крови и называется анизоцитоз (греч. an – отрицание, iso – равный, cytos – клетка)

Форма и строение эр.

Основную массу (75%) составляют эр. двояковогнутой формы – дискоциты.

Измененные формы эр.(ок. 25 %), характерны для стареющих и увел. при патологии

паноциты – плоские,

сфероциты – шаровидные,

эхиноциты – шаровидные с выпячиваниями (шипами),

стоматоциты – куполообразные.

Пойкилоцитоз (от греч. poikilos – разнообразный, cytos – клетка) – увеличение кол-ва измененных форм эр.

На поверхности эр. имеются гликопротеины, определяющие группу крови, а также резус-фактор (Rh-фактор) – агглютиногены. Rh присутствует у 86 % людей, у 14 % - отсутствует (резус-отрицательные)

Цитоплазма эритроцитов оксифильна, органеллы практически отсут. Состоит из воды (60%) и сухого остатка (40%). Последний содержит 95 % Hb и 5 % др. в-в.

Hb - железосодер. пигмент (белок), определяет цвет эр. – желтоватый у отдельных элементов и красный у их массы.

Имеет несколько разновидностей в зависимости от состава аминокислот:

- HbA – взрослый (98%) – A1 (98%) и A2 (2%)

- HbF – плодный (от лат. fetus – плод), у взрослого 2 %, преобладает у плодов. Он прочно связывает кислород и плохо отдает его тканям → одна из причин физиологического эритроцитоза.

- HbE – эмбриональный (у эмбрионов в первые нед.)

Выявлено > 150 видов аномальных гемоглобинов - гемоглобинопатии

Соединения Hb с газами:

- оксигемоглобин (с O₂) - нестойкий

- карбгемоглобин (с CO₂)

- карбоксиглобин (с CO) – очень стойкий (исключение из процесса

транспорта O₂ > 50% Hb – смерть)

Hb занимает в среднем 1/3 объема эр. – нормохромные эр.

Имеются также гипохромные (<1/3) и гиперхромные (>1/3).

Обязательной составной частью популяции эр. являются их молодые формы – ретикулоциты (1-5%). В них сохраняются немногочисленные рибосомы, митохондрии, к. Гольджи, кот. формируют зернистые и сетчатые структуры, выявляемые при специальной окраске. (лат. reticulum – сеточка)

Тромбоциты – кровяные пластинки.

(от греч. thrombos – сгусток и cytos) – мелкие дисковидные двояковыпуклые безъядерные структуры, циркулирующие в крови. Диаметр 2-4 мкм. Образуются в ккм путем отделения фрагментов цитоплазмы от мегакариоцитов – гигантских клеток.

В крови находятся 5-10 дней, фагоцитируются м/ф селезенки и легких.

Функции тр.

- 1) участие в процессе свертывания крови, в тр. содержится около 12 факторов, участвующих в свертывании крови
- 2) участие в реакциях заживления ран (в первую очередь, повреждений стенки сосудов)
- 3) участие в регуляции физиологической регенерации эндотелия
- 4) участие в метаболизме серотонина,
- 5) регуляция проницаемости стенки капилляров
- 6) участие в заживлении ран

Кол-во тр. – $200-400 \times 10^9 / \text{л}$.

- тромбоцитопения - $\downarrow 100 \times 10^9 / \text{л}$

- тромбоцитоз - $\uparrow 600 \times 10^9 / \text{л}$

Строение тр.

Окружен плазмолеммой и имеет 2 части:

- 1) гиаломер – наружная, бесструктурная
- 2) грануломер – центральная, зернистая, содержит органеллы и включения

В гранулах содержатся белки (в т.ч. фибриноген, фибронектин), гистамин и серотонин.

Лейкоциты (от греч. leukos – белый, cytos),

или белые кровяные тельца. Представляют собой группу подвижных форменных элементов, циркулирующих в крови и участвующих в различных защитных реакциях *после миграции в соединительную ткань* (частично в эпителий). Некоторые лейкоциты способны возвращаться из тканей в кровь (*рециркулировать*).

Кол-во – $3,8-9,0 \times 10^9 / \text{л}$. Может изменяться в зависимости от времени суток, приема пищи, характера и тяжести выполняемой работы.

Лейкоцитоз - \uparrow концентрации (чаще при инфекционных и воспалит. заболеваниях)

Лейкопения - \downarrow кол-ва (подавление их образования в ккм при тяжелых инфекциях, облучении).

Классификация лейкоцитов

1. зернистые, гранулоциты
2. незернистые, агранулоциты

Зернистые лейкоциты являются микрофагами. Функции свои они выполняют вне кровеносного русла. В крови находятся от нескольких часов до суток. В тканях функционируют несколько суток.

У зернистых сегментированное (иногда палочковидное) ядро, в цитоплазме выявляется постоянная специфическая зернистость, обладающая различной окраской. По этому признаку гранулоциты подразделяются на:

- 1) базофильные,
- 2) оксифильные (эозинофильные),
- 3) нейтрофильные.

Помимо специфической зернистости гранулоциты содержат неспецифические (азурофильные) гранулы, которые являются эндосомами (элемент аппарата внутриклеточного пищеварения обеспечивает функции микрофагирования).

Агранулоциты характеризуются несегментированным ядром и отсутствием специфической зернистости. Подразделяются на лимфоциты и моноциты.

Гранулоциты

Нейтрофильные гранулоциты – самая многочисленная группа лейкоцитов – 65-75 % от общего числа лейкоцитов.

Диаметр 10-12 мкм.

По степени зрелости и по строению ядра различают:

- 1) юные (метамиелоциты) – наиболее молодые из нейтрофилов, что встречаются в норме в крови – до 0,5%, имеют бобовидное ядро.
- 2) палочкоядерные – более зрелые – 3-5 %. Их ядро не сегментировано, имеет форму палочки, подковы.
- 3) сегментоядерные – наиболее зрелые – 60-70 %. Характерно дольчатое ядро из 2-5 сегментов, которые соединены узкими перетяжками. У женщин не < 3% содержат дополнительный придаток ядра в виде барабанной палочки (половой хроматин, тельце Бара) – неактивная X-хромосома.

Специфическая зернистость содержит в-ва (лизоцим, щелочная фосфатаза, лактоферрин и др.), кот. обладают антибактериальным, пирогенным, макрофагаактивирующим действием

Функции нейтрофилов:

- 1) уничтожение микроорганизмов – способны к фагоцитозу и уничтожению микробов (микрофаги),
- 2) участие в регуляции деятельности др. клеток – с помощью цитокинов,
- 3) вырабатывают пирогены (активность нейтрофилов увеличивается при повышении температуры тела).

Эозинофильные гранулоциты составляют 2-5 % от общего числа лейкоцитов.

Их диаметр в мазке 12-14 мкм. Ядро имеет, как правило, 2 сегмента, кот. соединены перемычкой.

Функции:

- 1) антибактериальная (путем фагоцитоза + аргинин),
- 2) антипаразитарная (с помощью основного белка и аргинина),
- 3) антиаллергическая (снижают уровень гистамина, т.е. функционируют в балансе с базофилами),
- 4) дезинтоксикационная,
- 5) антибластоматозная (антитуморозная).

Базофильные гранулоциты – самая малочисленная группа лейкоцитов. (0,5-1 %)

Диаметр 11-12 мкм, ядро слабосегментировано, по форме похоже на кленовый лист. В цитоплазме выявляются все виды органелл.

Специфическая зернистость базофилов обладает метахромазией (наблюдается не всегда, связана с гепарином). Гранулы содержат 1) гепарин (антикоагулянт), 2) гистамин (расширяет сосуды, увеличивает их проницаемость, вызывает положительный хемотаксис эозинофилов), 3) протеолитические ферменты (пероксидаза, протеазы), 4) серотонин (регулирует проницаемость сосудов).

Функции:

- 1) метаболизм гепарина, гистамина и серотонина,
- 2) регуляция свертываемости крови,
- 3) регуляция проницаемости сосудов и соединительной ткани,
- 4) участие в иммунных р-циях, активируя иммунорецепторы.

Агранулоциты – лимфоциты и моноциты. Не содержат в цитоплазме специфической зернистости. Ядра не сегментир.

Лимфоциты – 20-35 % от числа лейкоцитов. Интенсивно окрашенное ядро округлой и бобовидной формы, относительно узкий ободок базофильной цитоплазмы (связана с рибосомами).

Образуются лимфоциты в ккм и лимфоидных органах, из которых они поступают в кровь и лимфу. Большая часть лимфоцитов проникает в ткани, откуда могут рециркулировать, т.е. возвращаться в кровь. Кровь содержит лишь около 2 % лимфоцитов организма.

Общие функции лимф.

- 1) контроль генетического гомеостаза
- 2) участие в иммунных реакциях
- 3) транспорт БАВ и иммуноглобулинов,
- 4) секреция цитокинов

По диаметру различают:

- 1) большие лимфоциты – 10 мкм и > у детей и новорожденных
- 2) средние – 7-10 мкм,
- 3) малые (зрелые) – 4,5-6 мкм (их до 80-90%). Среди них различают светлые и темные (более мелкие).

По функциональному признаку различают:

- 1) Т-лимфоциты (тимусзависимые) – их образование начинается в ккм, а заканчивается в тимусе – 70-80 %. Функции: 1) обеспечивают реакции клеточного иммунитета, 2) регулируют гуморальный.
- 2) В-лимфоциты – 10-20 % - обнаружены в фабрициевой сумке птиц. Образуются в ккм. Их главная функция – обеспечение р-ций гуморального иммунитета.
- 3) О-лимфоциты (НК-клетки, натуральные киллеры) – 5-10%.

Лимфоциты способны при антигенной стимуляции дедифференцироваться и превращаться в более крупные, активно пролиферирующие бластные клетки. Этот процесс называется *бласттрансформацией*.

Последствия бласттрансформации:

- 1) образование иммунобластов
- 2) пролиферация и/бластов
- 3) антигензависимая дифференцировка и образование разновидностей (активированных форм) л/ц

Разновидности Тл:

- 1) Т-к – оказывают цитотоксический эффект на чужеродные клетки (р-ция клет. иммунитета)
- 2) Т-х – способствуют активации Вл, увеличивая т.о. продукцию а/тел
- 3) Т-с – оказывают ингибирующее действие на Тх и Тк(?)
- 4) клетки памяти – генетически запрограммированные кл., способные быстро реагировать на повторное появление в организме а/г. При этом они м. дифференцироваться или в Тк или в плазмоциты

Разновидности Вл – 1) плазмоциты (синтезируют и секретируют защитные белки – иммуноглобулины - антитела), 2) В-памяти.

Плазмолемма лимфоцитов содержит специфические иммунорецепторы, функция которых:

- 1 – распознавание «своих»-«чужих»,
- 2 – восприятие медиаторов, гормонов,
- 3 – участие в кооперации клеток

Распознавание лимфоцитов осуществляется с помощью иммунологических и иммуноморфологических методов.

Моноциты – 6-8 % от общего числа лейкоцитов. Образуются в ккм, в крови циркулируют до 3-4 суток, перемещаются в ткани, где превращаются в макрофаги. Вместе с макрофагами относятся к макрофагической системе организма или мононуклеарной фагоцитарной системе (МФС).

Диаметр в мазке 18-20 мкм. Ядро обычно бобовидное, в цитоплазме органеллы общего назначения, хорошо развит цитоскелет. В лизосомах – гидролитические ферменты. Функции: (после превращения в макрофаги)

- 1) фагоцитоз (микробов, опухолевых клеток, стареющих и погибших клеток, постклеточных структур),
- 2) участие в иммунных реакциях,
- 3) секреция бав
- 4) транспортная (перенос антигенных матриц, БАВ)

Лейкоцитарная формула

При проведении клинического анализа крови на её мазках осуществляется дифференцированный подсчет относительного содержания лейкоцитов отдельных видов. Результаты такого подсчета регистрируются в табличной форме в виде так называемой лейкоцитарной формулы, в которой содержание клеток каждого вида представлено по отношению к общему кол-ву лейкоцитов, принятому за 100.