

# Патофизиология системы эритроцитов

Обучающе-контролирующее учебное пособие

Нарушение эритроцитарного баланса, то есть рационального соотношения между эритропоэзом и разрушением эритроцитов (Эр), сопровождается либо уменьшением количества Эр в крови (анемии) либо их увеличением (эритроцитозы).

**Анемии (малокровие)** – занимает наибольший удельный вес в патологии крови. Они могут быть самостоятельными или сопутствовать другим заболеваниям (опухоль, патология желудочно-кишечного тракта, болезни печени и т.д.).

**Анемии** – патологическое состояние, характеризующееся уменьшением концентрации Hb и в подавляющем большинстве случаев и Эр в единице объема крови и изменениями качественного состава эритроцитов.

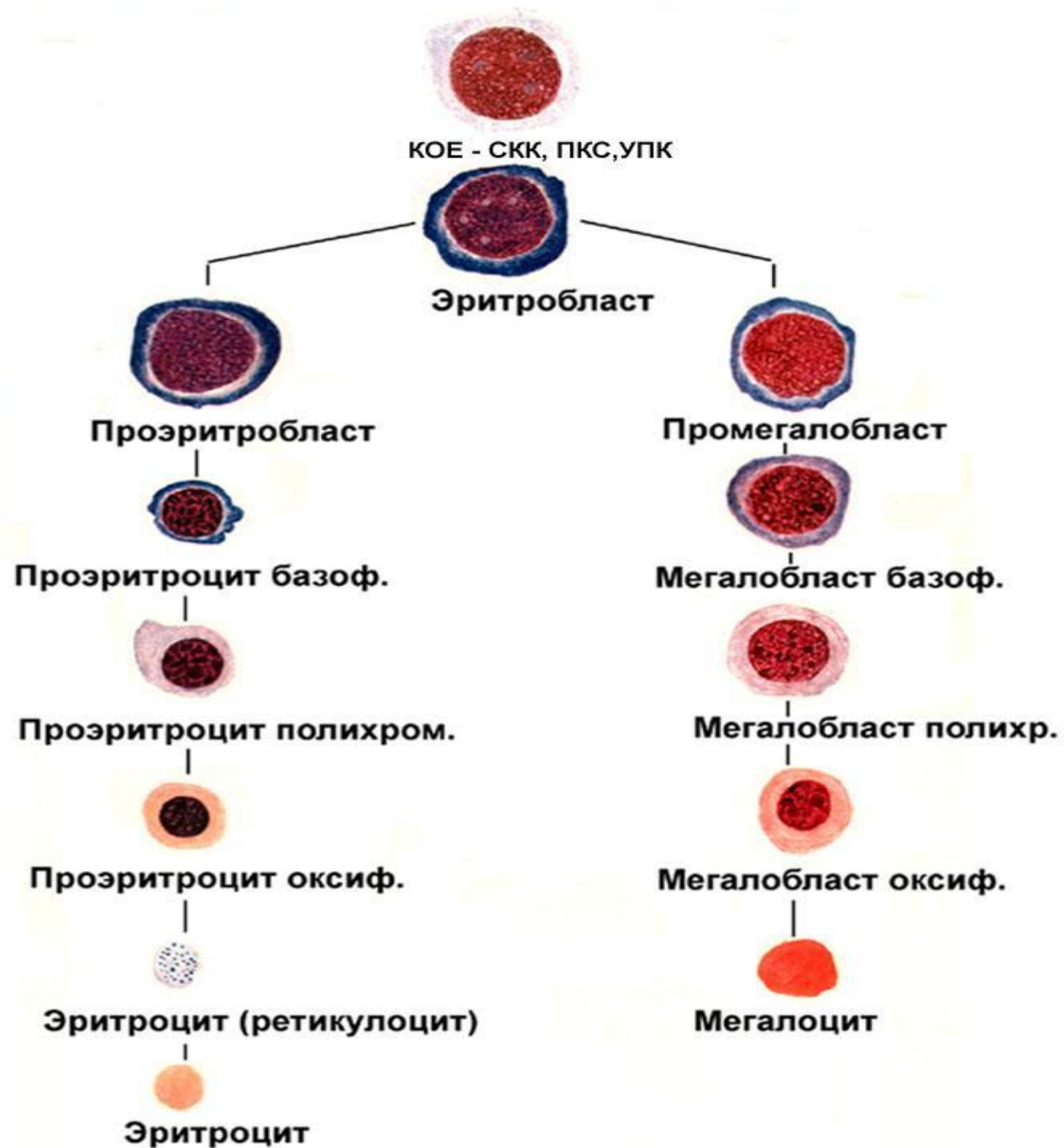
## ***Качественные изменения эритроцитов***

Они касаются в основном степени их зрелости, размеров, формы, окраски, структуры, биохимических свойств и т.д.

### ***Классификация***

- 1. Регенеративные** (клетки физиологической регенерации)
- 2. Дегенеративные**
- 3. Клетки патологической регенерации**

# Схема эритропоэза



**I Регенеративные формы** – клетки физиологической регенерации. Появление их в крови является показателем регенерации, то есть усиленного эритропоэза, признаком омоложения крови и расценивается чаще как процесс компенсации.

**1. Эритробласты** – ядерные клетки, они характеризуют глубокую степень омоложения, появляются в периферическом русле при тяжелых анемиях.

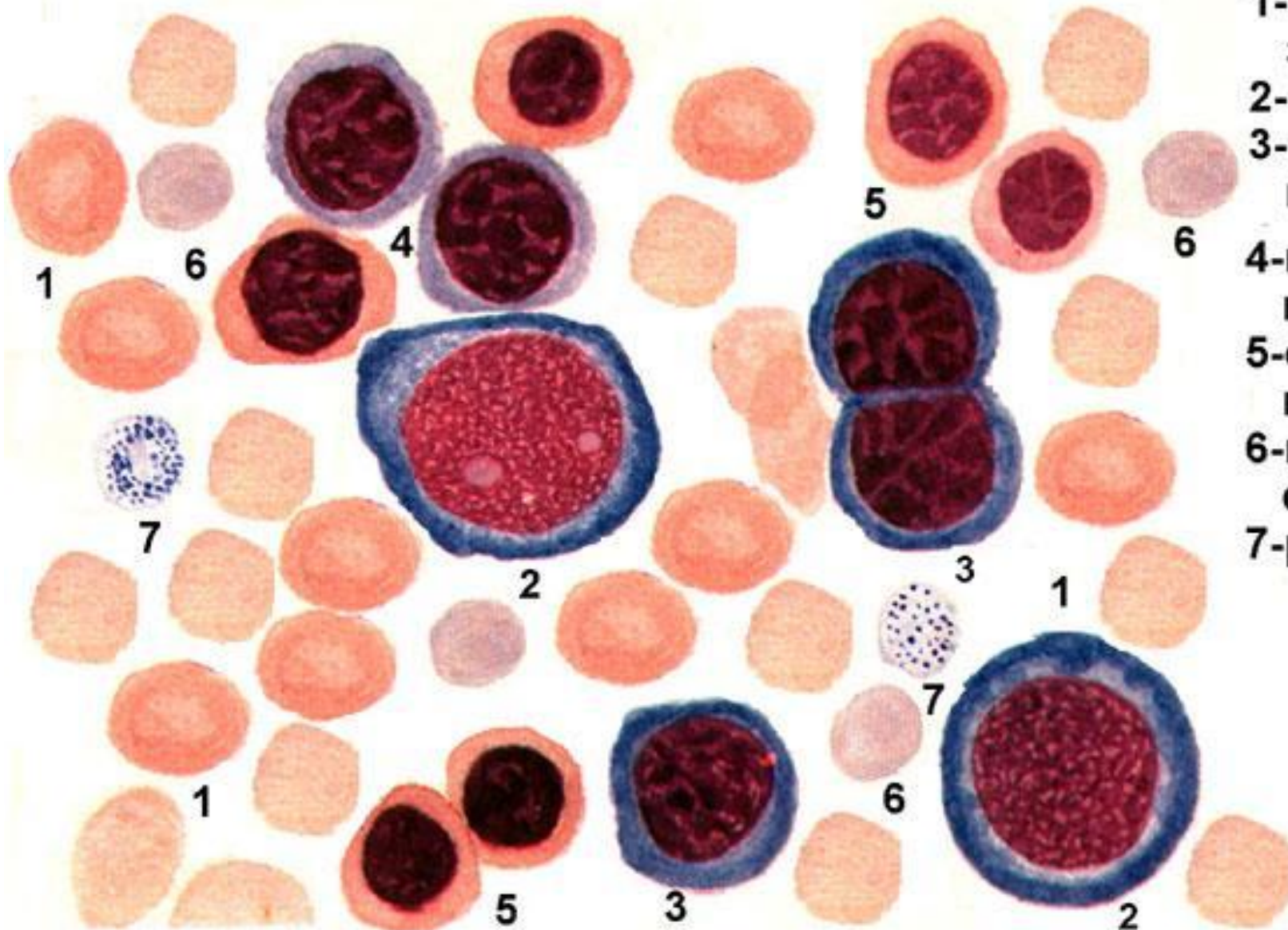
**2. Проэритроциты** (нормобласты, нормоциты) – встречаются чаще других клеток физиологической регенерации. Это ядерные эритроциты и по степени созревания выделяют:

а) базофильные, б) полихроматофильные, в) оксифильные.

**3. Полихроматофилы** – незрелые безядерные Эр, не полностью насыщенные Hb, воспринимают как основной (синий), так и кислый (красный) красители.

**4. Увеличение ретикулоцитов** в периферической крови (в норме 0,2 – 1,0% или 2-10 ‰).

# Клетки физиологической регенерации



- 1-нормальный эритроцит
- 2-эритробласт
- 3-базофильный проэритроцит
- 4-полихроматоф. проэритроцит
- 5-оксифильный проэритроцит
- 6-полихроматофил
- 7-ретикулоцит

**II Дегенеративные формы** – появление их в крови является признаком угнетения эритропоэза и свидетельствует о неполноценной деятельности костного мозга:

- 1. Анизоциты** – эритроциты разных размеров (в норме СДЭ равен 7-8 мкм), могут быть макро- и микроциты.
- 2. Пойкилоциты** – эритроциты различной формы. Как правило основой этого являются нарушения свойства мембраны эритроцита, свидетельствует о неполноценной деятельности костного мозга, неэффективности эритропоэза. Продолжительность жизни Эр снижена.
- 3. Гипохромия** – эритроциты с малым содержанием Hb. Расположен Hb по периферии эритроцита – (анулоциты).
- 4. Гиперхромия** – эритроциты чрезмерно насыщены Hb, они более интенсивно окрашены и без просветления в центре.
- 5. Анизохромия** – в периферической крови имеются гипо- и гиперхромные эритроциты, поэтому эритроциты имеют различную степень окраски.
- 6. Гемоглобиновая дегенерация** – эритроциты с неравномерным распределением Hb, чаще это связано с изменением структуры Hb. В основе этого может быть замена одной аминокислоты на другую, например глютаминовой кислоты на валин. Это имеет место при серповидноклеточной анемии.
- 7. Эритроциты с патологическими включениями:** а) эритроциты с тельцами Гейнца-Эрлиха, с токсической зернистостью, которые являются следствием коагуляции белка в цитоплазме эритроцита под влиянием токсических факторов; б) эритроциты с вакуолизацией цитоплазмы и ядра.



# Дегенеративные формы эритроцитов



а



б



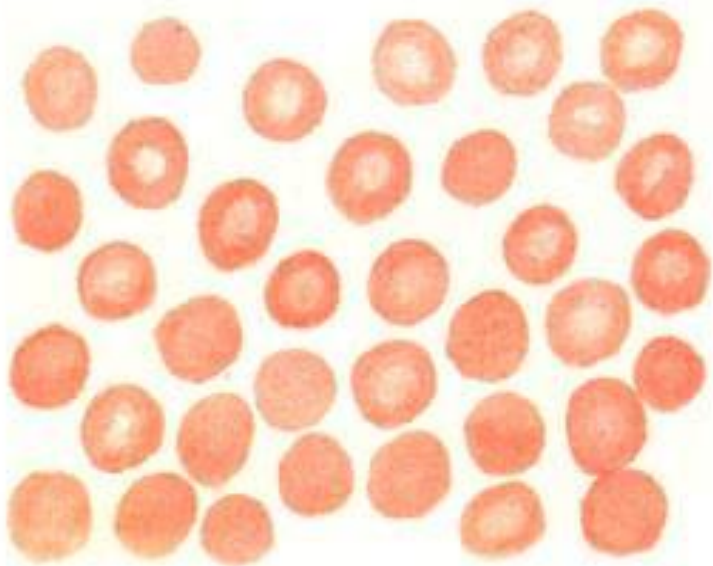
в



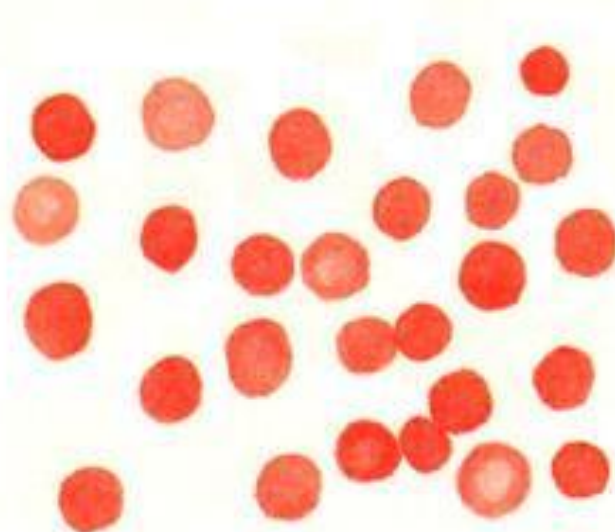
г

а-овалоциты  
(эллипсоциты);  
б-мишеневидные  
эритроциты;  
в-серповидные  
эритроциты  
(дрепаноциты);  
г-акантоциты.

# Дегенеративные формы эритроцитов

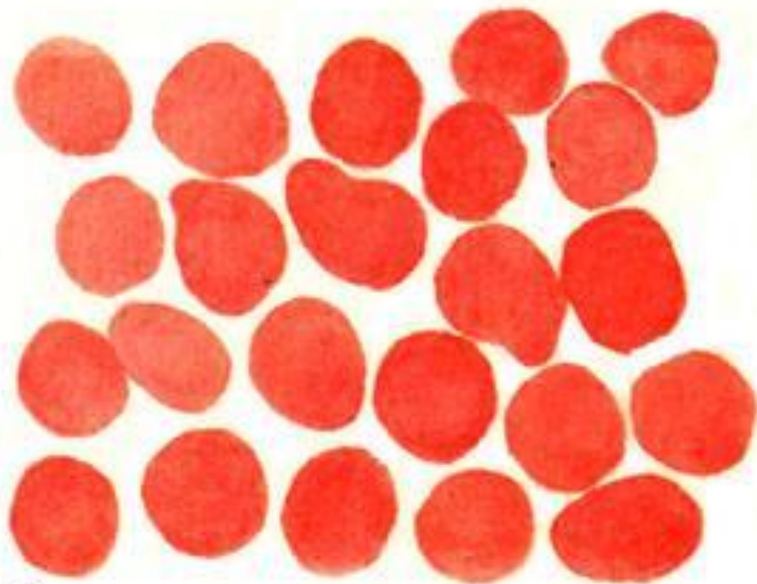


а

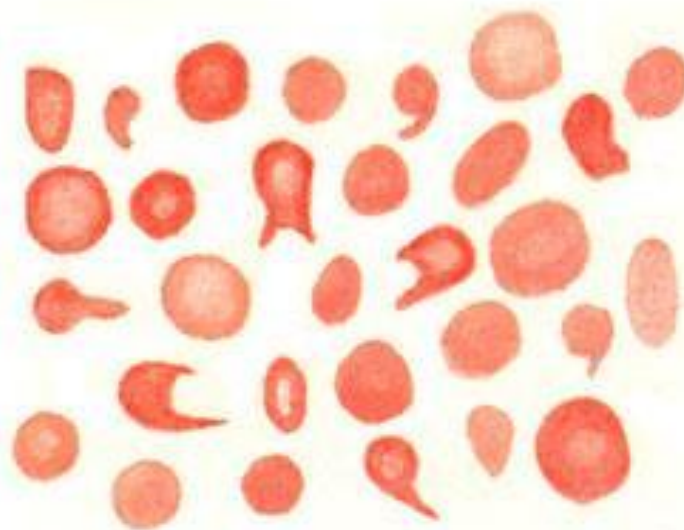


в

а- нормальные эритроциты  
б- макроциты  
в- микросфероциты  
г- пойкилоциты

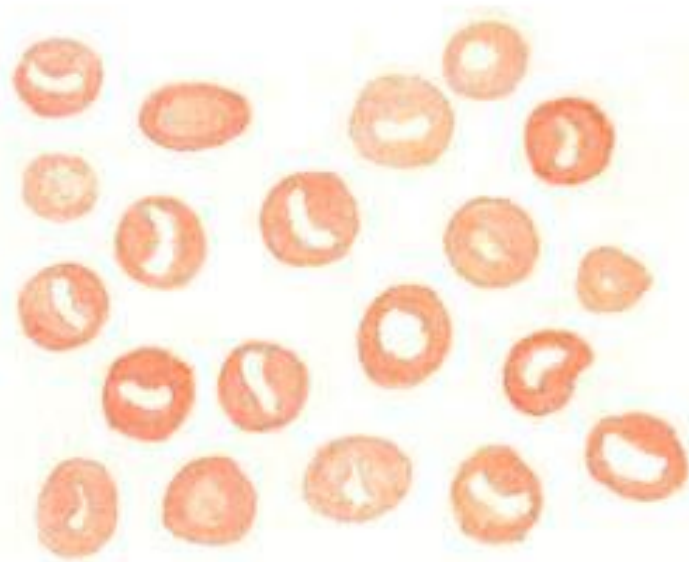


б



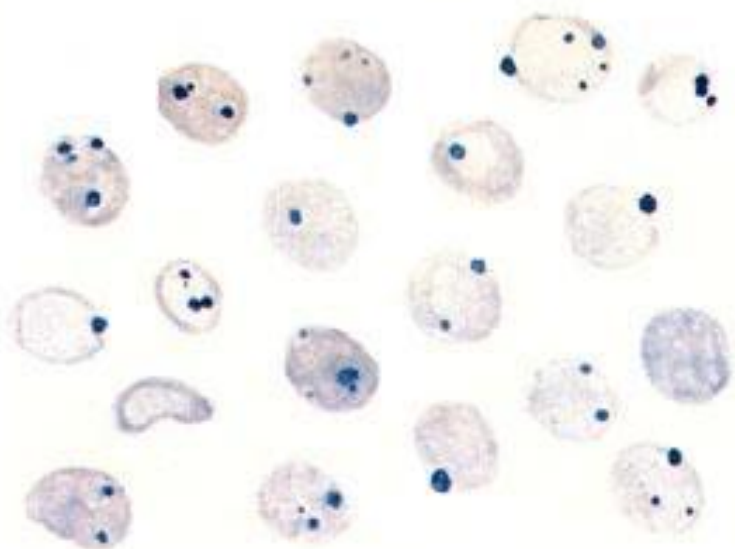
г

# Дегенеративные формы эритроцитов

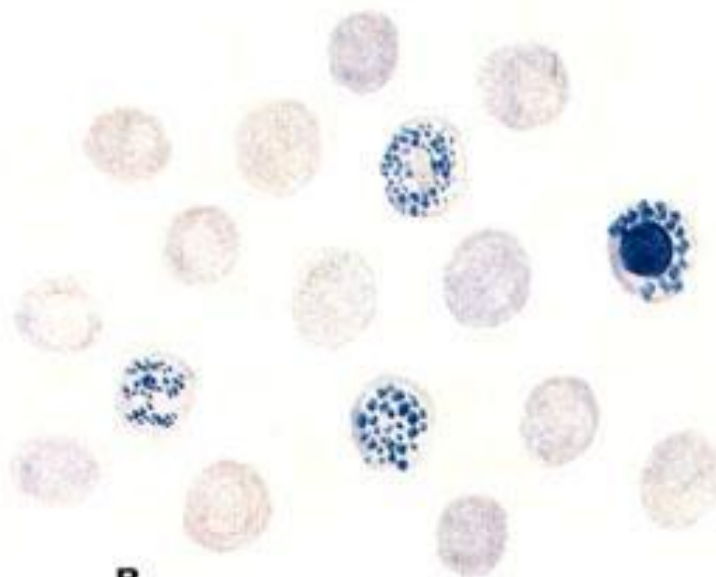


а

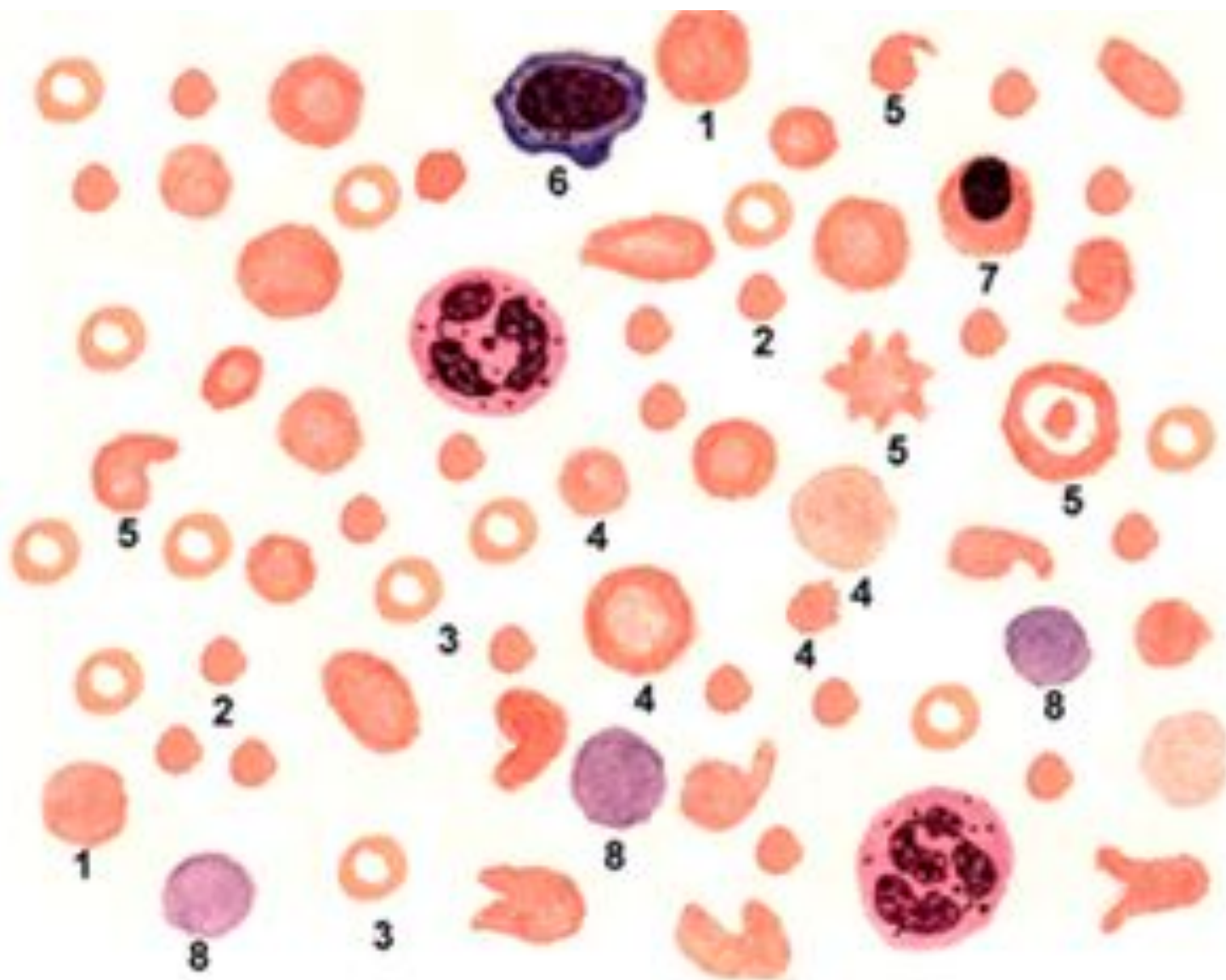
а-стоматоциты;  
б-эритроциты с т.Гейнца  
в-базофильная зернистость  
в эритроцитах и в одном  
проэритроците



б



в



- 1 - нормальный эритроцит
- 2 - микроцит
- 3 - гипохромный эритроцит
- 4 - анизоцитоз
- 5 - пойкилоцитоз
- 6 - базофильный проэритроцит
- 7 - оксифильный проэритроцит
- 8 - полихроматофил

**III Клетки патологической регенерации** – появление их в крови является признаком смены кроветворения.

1. **Мегалобласты** – крупные клетки (>10 мкм), содержат ядро, образуются из эритробласта при смене кроветворения. Они подразделяются на базофильные, полихроматофильные и оксифильные.

2. **Мегалоциты** – крупные гиперхромные эритроциты.

3. **Эритроцит с базофильной пунктацией**, которая объясняется тем, что при мегабластическом типе кроветворения клетка освобождается от ядра не простым выталкиванием ядра, а путем кариорексиса, поэтому в цитоплазме эритроцитов видны остатки ядра в виде зернистости.

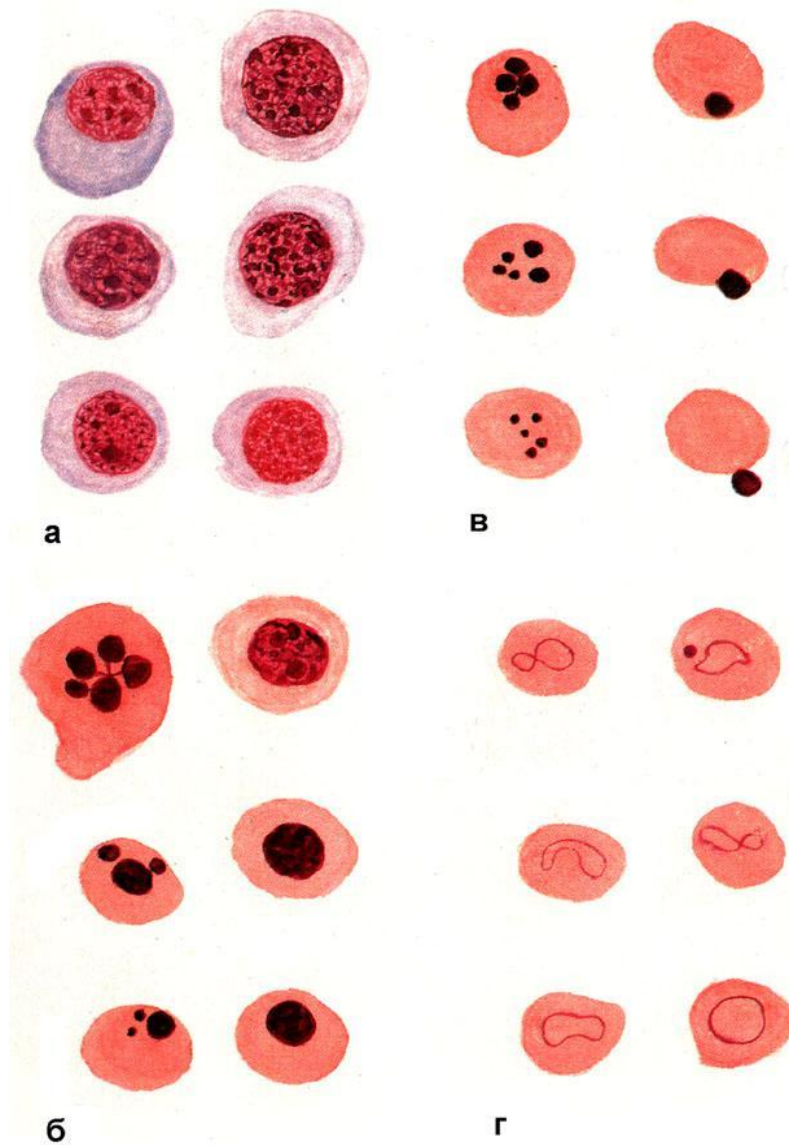
4. К клеткам патологической регенерации относятся и **эритроциты с включениями** (которые являются одновременно и признаком незавершенного эритропоэза):

а) эритроциты **с тельцами Жолли** – т.е. остатками ядерной субстанции.

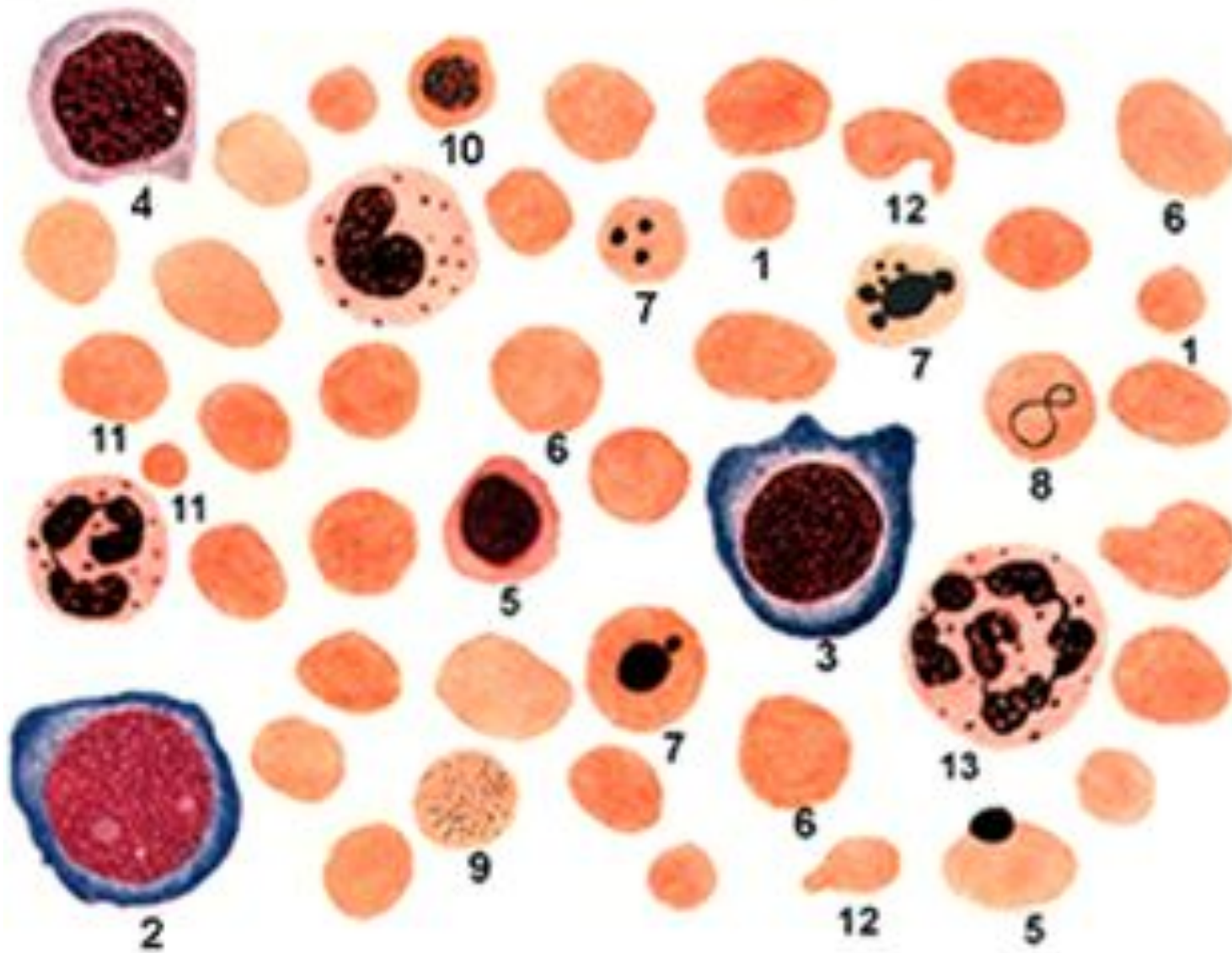
При повышенной продукции эритроцитов последнее деление эритробласта может быть неполным - с образованием ядерных сателлитов.

б) эритроциты **с кольцами Кебота** – с остатками ядерной оболочки.

# Клетки патологической регенерации



а-мегалобласты полихроматофильные;  
б-мегалобласты оксифильные;  
в,г-остатки ядерных образований в мегалоцитах.



- 1 - эритроцит
- 2 - эритробласт
- 3 - мегалобласт  
базофильный
- 4 - мегалобласт  
полихромато-  
фильный
- 5 - мегалобласт  
оксифильный
- 6 - мегалоциты
- 7 - эритроциты с т.  
Жолли
- 8 - эритроцит с к.  
Кебота
- 9 - эритроцит с  
базофильной  
пунктацией
- 10 - проэритроцит  
оксифильный
- 11 - анизоциты
- 12 - пойкилоциты
- 13 - гигантский  
гиперсегментиро-  
ванный  
нейтрофил

# Классификация анемий



В основу положена гематологическая характеристика, а также этиологические и патогенетические факторы

## Гематологическая классификация анемий

По величине  
цветового  
показателя

- нормохромные
- гиперхромные
- гипохромные

По типу  
эритропоэза

- эритробластические
- мегалобластические
- мегало(нормо)  
эритробластические

По величине  
эритроцитов

- нормоцитарные
- макроцитарные
- микроцитарные

По состоянию  
костно-мозгового  
крововетворения

- гиперрегенеративные
- гипорегенеративные
- арегенеративнае

# Гематологическая классификация анемий

(основана на гематологической характеристике, т.е. по отдельным частным признакам)

**1. По величине цветового показателя (ЦП)** (т.е. степени насыщения отдельного эритроцита гемоглобином)

а) нормохромная - ЦП равен 0,86-1,1

б) гиперхромная - ЦП > 1,1

в) гипохромная - ЦП < 0,85

**2. По типу эритропоэза** (кроветворения)

а) эритробластическая анемия – с нормальным (постэмбриональным) типом эритропоэза.

б) мегалобластическая - с патологическим (эмбриональным) типом кроветворения. В чистом виде встречается редко.

в) мегало-нормо(эритро) бластическая – со смешанным типом кроветворения.

**3. По величине эритроцитов**, то есть по СДЭ (средний диаметр эритроцита).

а) нормоцитарная, СДЭ равен 7,2 – 8 мкм

б) макроцитарная - СДЭ > 8,1 мкм

в) мегалоцитарная - СДЭ > 12 - 13 мкм

г) микроцитарная - СДЭ < 7,2 мкм

**4. По состоянию костно-мозгового кроветворения**, т.е. по способности костного мозга к регенерации, которая зависит от функционального состояния костного мозга и отражает разную степень компенсации (в том числе и адекватность терапии):

а) (Гипер) регенеративные анемии - характеризуются гиперплазией костного мозга, усиленной продукцией эритроцитов. Характерно омоложение крови. В крови появляются клетки физиологической регенерации: полихроматофилы, могут быть единичные эритробласты, проэритроциты и повышается количество ретикулоцитов (которые предшествуют обычно повышению количества эритроцитов). Увеличение ретикулоцитов является показателем хорошей регенераторной способности костного мозга. При гиперрегенерации отмечается значительное увеличение ретикулоцитов - до 50-100%. При регенеративных формах анемий как правило происходит полное восстановление кроветворения. Такие анемии встречаются после острой кровопотери, при гемолизе эритроцитов и в период выздоровления любой другой анемии.

б) Гипорегенеративная анемия - характеризуется нарушением или незначительным временным угнетением эритропоэза. Эритропоэз может нарушаться при недостатке факторов кроветворения: витамин В<sub>12</sub>, Fe, и др. Временное угнетение эритропоэза наблюдается при ряде инфекционных заболеваний, интоксикациях, голодании. При этом продукция эритроцитов уменьшается, в крови может быть незначительное количество клеток физиологической регенерации, наряду с этим всегда присутствуют дегенеративные эритроциты и могут быть клетки патологической регенерации. Количество ретикулоцитов в разгар анемий может соответствовать норме или снижено.

в) Арегенеративная анемия. При данной анемии отмечается глубокое подавление функций костного мозга вплоть до полного истощения эритропоэза. Развивается прогрессирующая анемия с очень низким содержанием эритроцитов и Hb. Признаков регенерации нет, содержание ретикулоцитов, как правило, снижено или они полностью отсутствуют. В разгар анемии могут лишь быть незначительные признаки дегенерации (анизоцитоз, пойкилоцитоз). То есть качественно измененных эритроцитов очень мало. Такие анемии встречаются при очень выраженной интоксикации, при действии ионизирующего излучения, метастазировании в костный мозг опухолевых клеток, при подавлении эритропоэза лекарственными препаратами и т.д

## 5. Классификация анемий по тяжести

(в основу положена прежде всего степень снижения эритроцитов и Hb в единице объема крови)

**1 степень – легкая анемия** - Эр снижено до 2,5 – 3,0 Т/л,  
Hb - до 80 -100 г/л

**2 степень – средняя степень тяжести анемии** - Эр снижено до 2,0-2,5 Т/л,  
Hb – до 60-80 г/л

**3 степень – тяжелая анемия** - Эр < 2,0 Т/л, Hb < 60 г/л

Признаками тяжести анемий также могут быть:

1. Степень омоложения красной крови: количество проэритроцитов и эритробластов.

2. Наличие и количество клеток патологической регенерации.

3. Выраженность признаков дегенерации:

+	++	+++	++++
слабо выражен	умеренно выражен	выражен	резко выражен

4. Снижение содержания ретикулоцитов - прогностически неблагоприятный признак, который свидетельствует о подавлении физиологического эритробластического типа кроветворения.