

АО «Медицинский университет Астана»  
Кафедра внутренних болезней

# Пигментный обмен в норме и при патологии

Выполнила: Кадиржанова М.

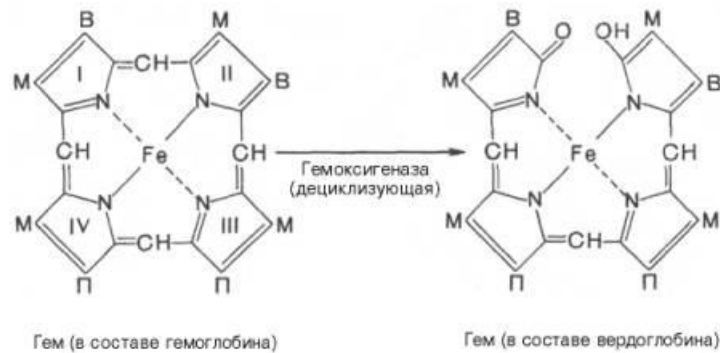
Группа 633 ВБ

Проверила: Омарова Л.А.

# ПИГМЕНТЫ

(Лейтес С. М., Лаптева И. Н., 1967)

- \* *Гематогенные (гемохромогенные)*
- \* *Альбуминогенные*
- \* *Липогенные*



# Гематогенные (гемохромогенные) пигменты

## \* *Гем*

- железосодержащий пигмент, входящий в состав физиологически активных молекул, так называемых дыхательных пигментов: гемоглобина, цитохромов, каталазы

## \* *Желчные пигменты (продукты распада гемоглобина и других хромопротеидов — миоглобина, цитохромов и гемсодержащих ферментов):*

а) *Билирубин* (пигмент желчи)

б) *Уробилиноиды* (выводимые с калом и мочой)

- *Стеркобилиноген*

- *Стеркобилин*

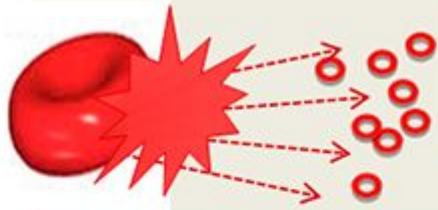
- *Уробилиноген*

- *Уробилин*

# Метаболизм билирубина

- \* Образование билирубина
- \* Транспорт билирубина
- \* Поглощение паренхимальными клетками печени
- \* Конъюгация билирубина в гладком эндоплазматическом ретикулуме гепатоцитов
- \* Секреция из эндоплазматического ретикулума в желчь
- \* Преобразование билирубина в тонкой и толстой кишке
- \* Выделение билирубина с калом и мочой

Костный мозг, селезёнка, купферовские клетки печени



**Гемоглобин** разрушенного эритроцита распадается

**Вердоглобин**

**Биливердин**

**Глобин**

**Железо**

**Билирубин непрямой – токсичен !**

**Кровь**

Полость синусоида

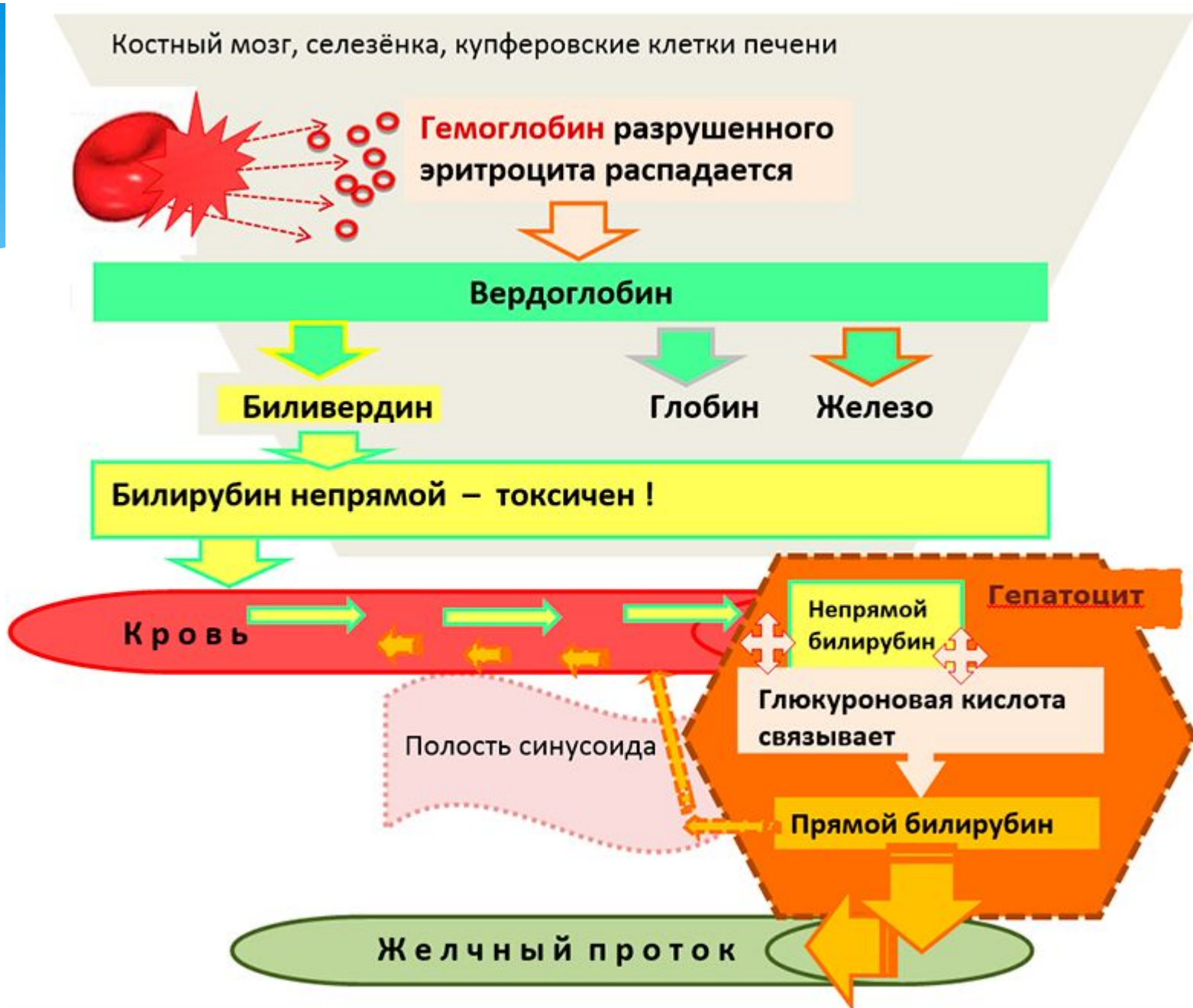
**Непрямой билирубин**

**Гепатоцит**

**Глюкуроновая кислота связывает**

**Прямой билирубин**

**Желчный проток**



# Образование билирубина

- \* **Билирубин (тетрапиррольный пигмент), образуется в клетках ретикуло-эндотелиальной системы (РЭС) селезенки и печени в процессе катаболизма геминовой части:**
  - a) 80 % из гемоглобина (протопорфирина IX, около 8-9 г. в день) при разрушении эритроцитов (время их жизни около 4 месяцев)
  - b) 20% из миоглобина, цитохромов дыхательной цепи и при распаде предшественников эритроцитов в красном костном мозге
- \* **Распад гемоглобина в клетках РЭС при участии ферментов:**
  - a) Разрывается связь в порфириновом кольце, гемоглобин окисляется и образуется пигмент вердоглобин
  - b) Освобождается железо и белок – глобин, цепь пиррольных колец распрямляется и образуется пигмент зеленого цвета – биливердин
  - c) Биливердин восстанавливается в пигмент оранжевого цвета – билирубин
- \* **При распаде 1 г. гемоглобина образуется 34 мг. билирубина**

# Транспорт билирубина

- \* Билирубин, попадая из клеток РЭС в сыворотку крови, электростатически взаимодействует с альбумином и транспортируется в печень
- \* Каждая молекула альбумина реагирует с двумя молекулами билирубина (1 г. альбумина заключает в себе 17 мг. билирубина)
- \* Комплекс альбумин-билирубин – это непрямой билирубин (свободный, неконъюгированный):
  - a) Неполярен
  - b) Не растворим в воде
  - c) Токсичен
  - d) Дает непрямую реакцию с диазореактивом Ван-ден-Бергенра (необходимо добавление ускорителя)
  - e) Плохо проникает в ткани
  - f) Отсутствует в моче

# Поглощение паренхимальными клетками печени

- \* Диссоциация комплекса альбумин-билирубин на поверхности плазматической мембраны гепатоцита
- \* Прохождение свободного билирубина в клетку при участии белков-переносчиков: лигандина и протеина Z



# Конъюгация билирубина в гладком эндоплазматическом ретикулуме гепатоцитов

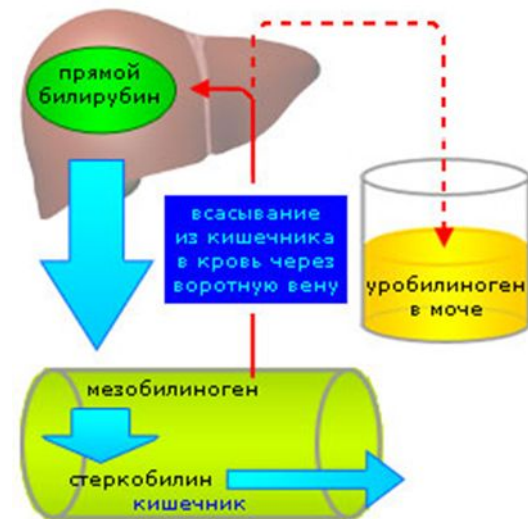
- \* В гепатоцитах к билирубину присоединяются полярные группы, и он переходит в водорастворимую форму
- \* Сначала происходит образование моноглюкуронида билирубина (в эндоплазматическом ретикулуме гепатоцитов), а затем диглюкуронида билирубина (в канальцах мембраны гепатоцитов) с участием фермента уридиндифосфатглюкуронилтрансферазы
- \* Конъюгированный с глюкуроновой кислотой – это прямой билирубин (связанный):
  - a) Полярен
  - b) Растворим в воде
  - c) Нетоксичен
  - d) Дает прямую реакцию с диазореактивом
  - e) Хорошо проникает в ткани
  - f) Присутствует в моче

# Секреция из эндоплазматического ретикулума в желчь

- \* Билирубин секретируется в желчь преимущественно в виде диглюкуронида билирубина.
- \* Секреция конъюгированного билирубина в желчь происходит против весьма высокого градиента концентрации при участии механизмов активного транспорта, т.к. концентрация билирубина в клетке меньше, чем в желчном капилляре
- \* Нормальная желчь содержит 25% билирубин-моноглюкуронида, 75% диглюкуронида и следы неконъюгированного билирубина

# Преобразование билирубина в тонкой и толстой кишке

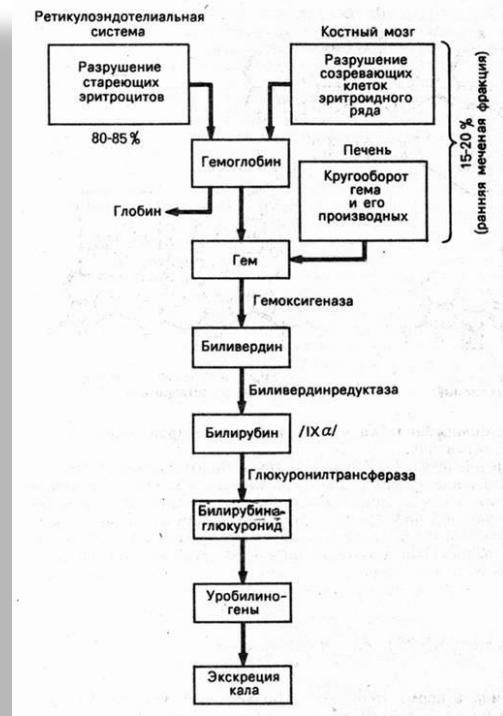
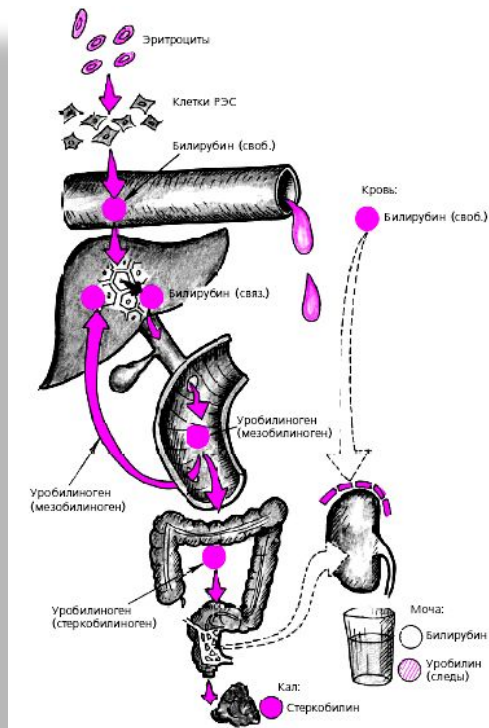
- \* Гидролизация билирубинглюкуронида специфическими бактериальными ферментами ( $\beta$ -глюкуронидазами)
- \* Восстановление свободного билирубина кишечной микрофлорой с последовательным образованием **мезобилирубина** и **мезобилиногена** (уробилиногена)
- \* В подвздошной и толстой кишках часть образовавшегося мезобилиногена (уробилиногена) всасывается через кишечную стенку, попадает в портальную вену и поступает в печень, где полностью расщепляется до дипирролов, поэтому в норме в общий круг кровообращения и в мочу мезобилиноген (уробилиноген) не попадает
- \* Большая часть бесцветных мезобилиногенов, образующихся в толстой кишке, окисляется в **стеркобилиноген**, который в нижних отделах толстой кишки (в основном в прямой кишке) окисляется до **стеркобилина**



# Выделение билирубина с калом и мочой

- \* Образовавшийся стеркобилиноген (суточное количество 100-200 мг.) почти полностью выделяется с калом, окисляясь на воздухе в стеркобин, являющийся одним из пигментов кала
- \* Небольшая часть стеркобилиногена (уробилина) всасывается в нижних участках толстой кишки в систему нижней полой вены и в дальнейшем выводится почками с мочой
- \* При повреждении паренхимы печени процесс расщепления мезобилиногена (уробилиногена) до дипирролов нарушается и уробилиноген переходит в общий кровоток и оттуда в мочу

# Метаболизм билирубина (схема)



# Клинико-диагностическое

## значение исследования

### обмена

- \* Референтные величины концентрации общего билирубина в сыворотке крови менее 0,2–1,0 мг/дл (менее 3,4–17,1 мкмоль/л).
- \* Возрастание концентрации билирубина в сыворотке крови выше 17,1 мкмоль/л называют гипербилирубинемией

# Преимущественно непрямая гипербилирубинемия

## I. Избыточное образование билирубина

- А. Гемолиз (внутри- и внесосудистый)
- Б. Неэффективный эритропоэз

## II. Сниженный захват билирубина в печени

- А. Длительное голодание
- Б. Сепсис

## III. Нарушение конъюгации билирубина

- А. Наследственная недостаточность глюкуронилтрансферазы
  - Синдром Жильбера (лёгкая недостаточность глюкуронилтрансферазы)
  - Синдром Криглера–Найяра II типа (умеренная недостаточность глюкуронилтрансферазы)
  - Синдром Криглера–Найяра I типа (отсутствие активности глюкуронилтрансферазы)
- Б. Физиологическая желтуха новорождённых (преходящая недостаточность глюкуронилтрансферазы; повышенное образование непрямого билирубина)
- В. Приобретённая недостаточность глюкуронилтрансферазы
  - Приём некоторых препаратов (например, хлорамфеникола)
  - Желтуха от материнского молока (угнетение активности глюкуронилтрансферазы прегнандиолом и жирными кислотами, содержащимися в грудном молоке)
  - Поражение паренхимы печени (гепатиты, цирроз)

# Преимущественно прямая гипербилирубинемия

## I. Нарушение экскреции билирубина в желчь

### A. Наследственные нарушения

- Синдром Дабина–Джонсона
- Синдром Ротора
- Доброкачественный рецидивирующий внутрипечёночный холестаз
- Холестаз беременных

### Б. Приобретённые нарушения

- Поражение паренхимы печени (например, при вирусном или лекарственном гепатите, циррозе печени)
- Приём некоторых препаратов (пероральные контрацептивы, андрогены, хлорпромазин)
- Алкогольное поражение печени
- Сепсис
- Послеоперационный период
- Парентеральное питание
- Билиарный цирроз печени (первичный или вторичный)

## II. Обструкция внепечёночных желчных протоков

### A. Обтурация

- Холедохолитиаз
- Пороки развития желчных путей (стриктуры, атрезия, кисты жёлчных протоков)
- Гельминтозы (клонорхоз и другие печёночные трематодозы, аскаридоз)
- Злокачественные новообразования (холангиокарцинома, рак фатерова соска)
- Гемобилия (травма, опухоли)
- Первичный склерозирующий холангит

### Б. Сдавление

- Злокачественные новообразования (рак поджелудочной железы, лимфомы, лимфогранулематоз, метастазы в лимфатические узлы ворот печени).
- Воспаление (панкреатит)