

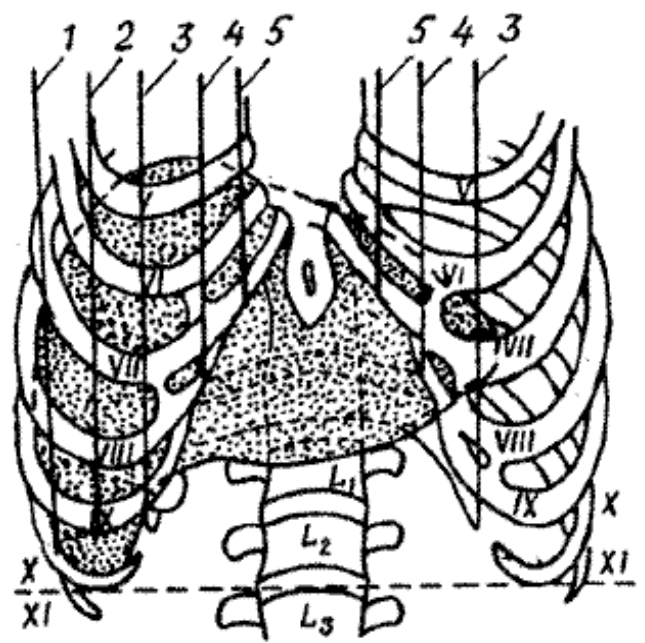
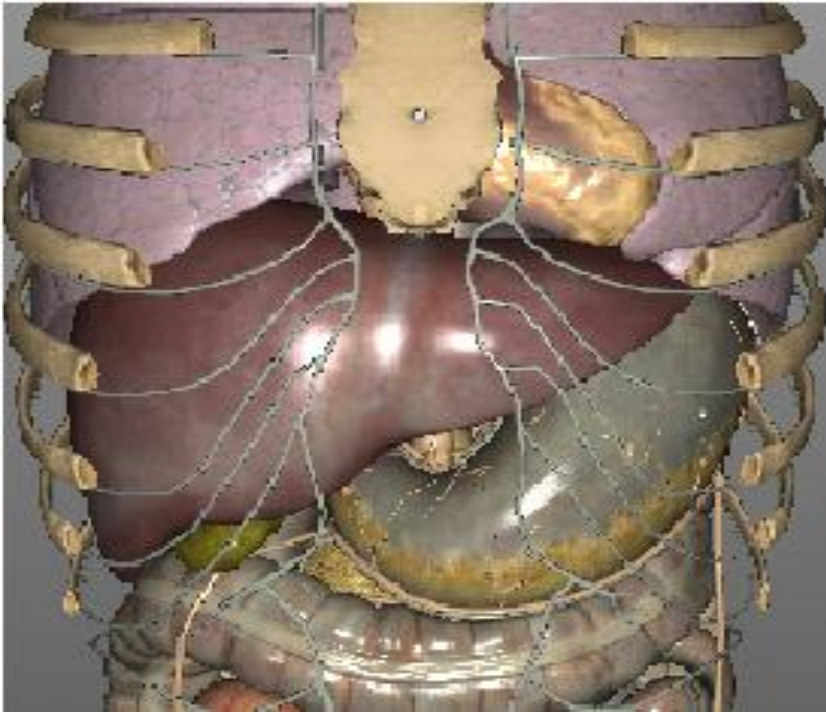
**ФГБОУ ВО ИвГМА Минздрава России**  
**Кафедра нормальной физиологии**

# **ФИЗИОЛОГИЯ ПЕЧЕНИ**

Лекция для студентов лечебного и педиатрического факультетов

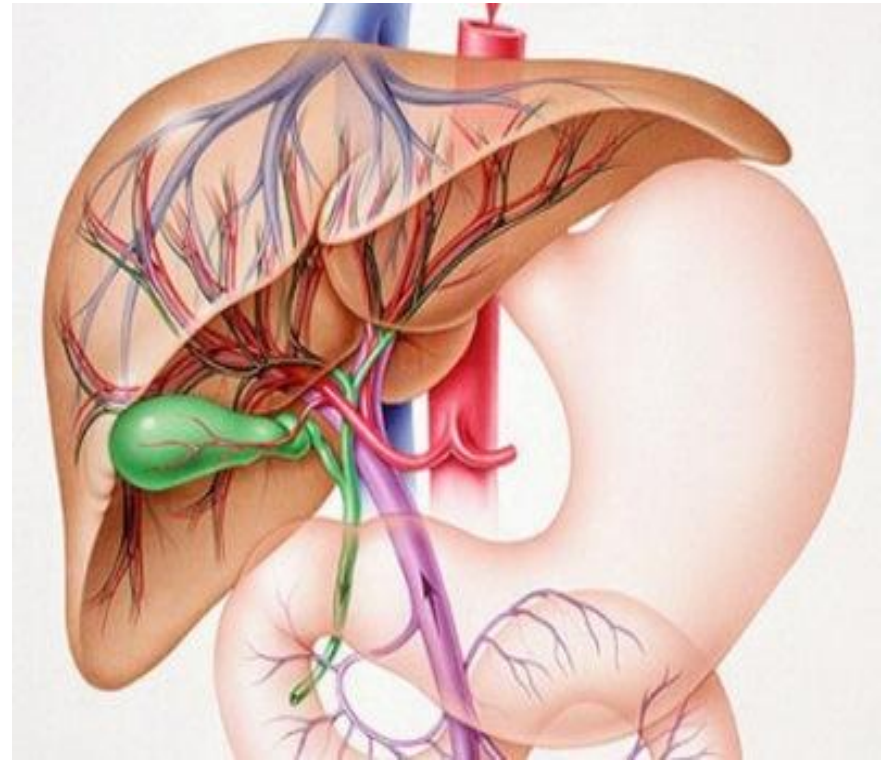
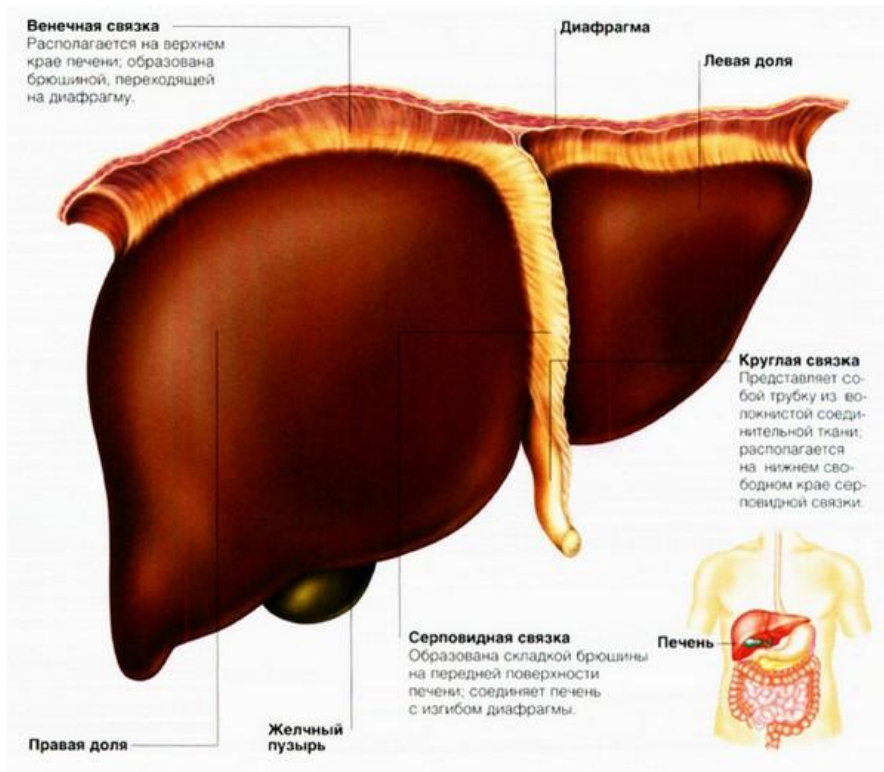
- Печень –это железа внешней секреции, выделяющая свой секрет в двенадцатиперстную кишку.
- Свое название она получила от слова «печь», так как в печени самая высокая температура (39 °C) по сравнению с другими органами.
- Печень представляет собой сложнейшую «химическую лабораторию», которая выполняет целый ряд важнейших функций.

**Скелетотопия-** (скелет + греч. topos место, положение) расположение органов в теле человека относительно элементов скелета.



# Скелетотопия печени.

- Печень расположена непосредственно под диафрагмой в правом верхнем отделе брюшной полости.
- Верхняя граница печени справа при максимальном выходе располагается на уровне IV межреберного промежутка по правой сосковой линии, верхняя точка левой доли достигает пятого межреберного промежутка по левой парастернальной линии.
- Передненижний край печени справа по подмышечной линии находится на уровне X м/р, его проекция совпадает с краем реберной дуги по правой сосковой линии. Здесь передний край отходит от реберной дуги и тянется косо влево и кверху, по средней линии он проецируется на середине расстояния между пупком и основанием мече-видного отростка. Далее передний край печени перекрещивает левую реберную дугу и на уровне VI реберного хряща по левой парастернальной линии переходит в верхний край.



- Печень расположена в правой верхней части брюшной полости; она прикрепляется связками к диафрагме, брюшной стенке, желудку и кишечнику и покрыта тонкой фиброзной оболочкой - глиссоновой капсулой. Печень – мягкий, но плотный орган красно-коричневого цвета и состоит обычно из четырех долей: **большой правой доли, меньшей левой и гораздо меньших хвостатой и квадратной долей**, образующих заднюю нижнюю поверхность печени

# Сегментарное строение печени

- В основу современного анатомо-функционального деления положено учение о сегментарном строении печени. **Долей, сектором, сегментом** принято называть участки печени различной величины, имеющие обособленное крово- и лимфообращение, иннервацию и отток желчи.
- В печени разветвляются воротная вена, печеночная артерия, желчные протоки и печеночные вены. Ход ветвей воротной вены, печеночной артерии и желчного протока внутри органа относительно совпадает.
- Эти сосуды и желчные протоки принято называть глиссоновой, или портальной, системой в отличие от печеночных вен, которые называются кавальной системой.
- Сегментарное деление печени проводится по **портальной и кавальной** системам.

**Сегмент печени** –это пирамидальный участок её паренхимы, прилегающий к так называемой печёночной триаде: ветвь воротной вены 2-го порядка, сопутствующая ей ветвь печёночной артерии и соответствующая ветвь печёночного протока

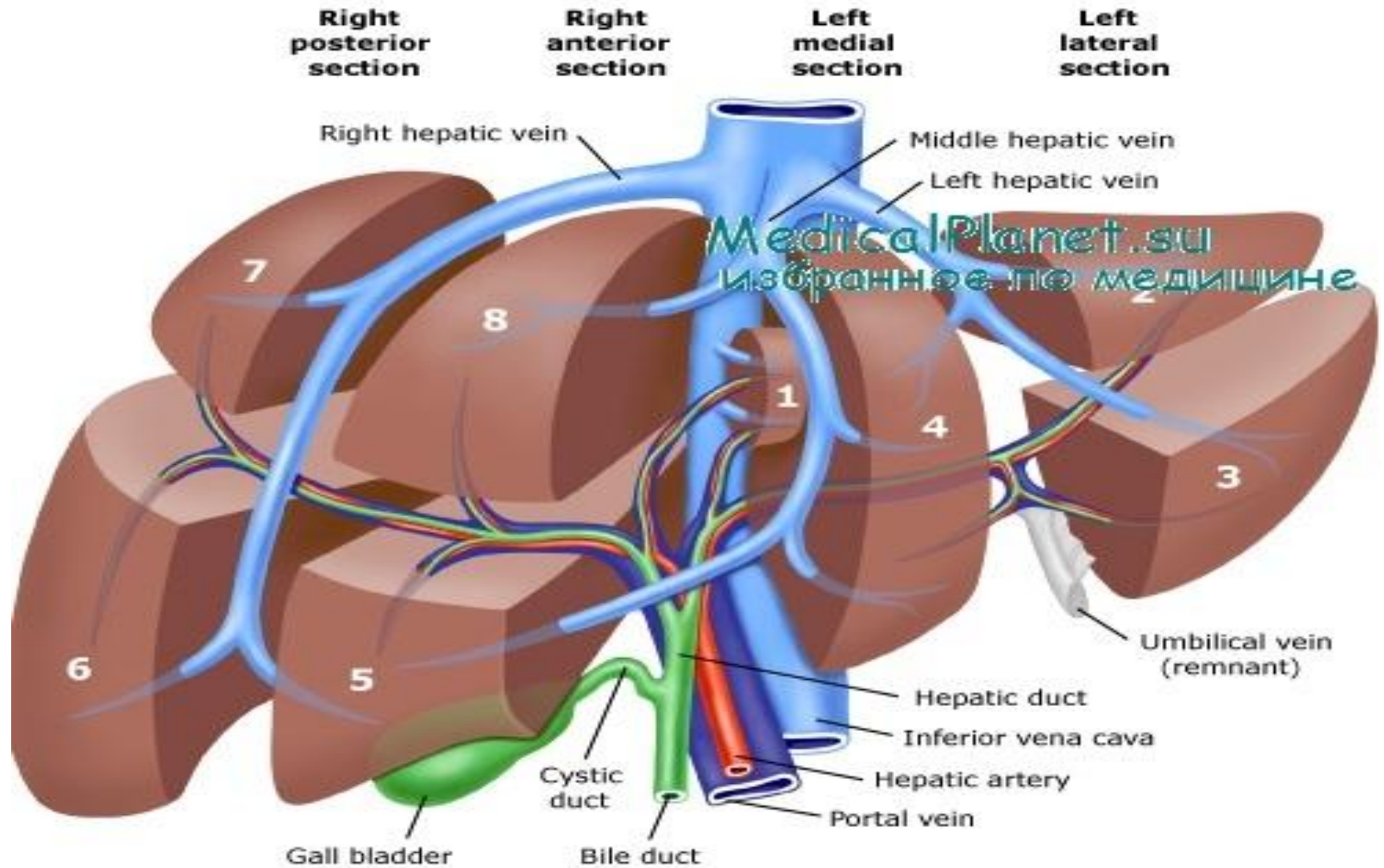
Сегменты, группируясь по радиусам вокруг ворот печени, входят в более крупные самостоятельные участки печени, **называемые зонами, или секторами**. Различают пять таких секторов.

1. Левый латеральный сектор соответствует II сегменту (моносегментарный сектор).
2. Левый парамедианный сектор образован III и IV сегментами.
3. Правый парамедианный сектор составляют V и VIII сегменты.
4. Правый латеральный сектор включает VI и VII сегменты.
5. Левый дорсальный сектор соответствует I сегменту (моносегментарный сектор).

**Сегменты печени формируются** уже в утробном периоде и ясно выражены к моменту рождения.



## Сегментарное строение печени





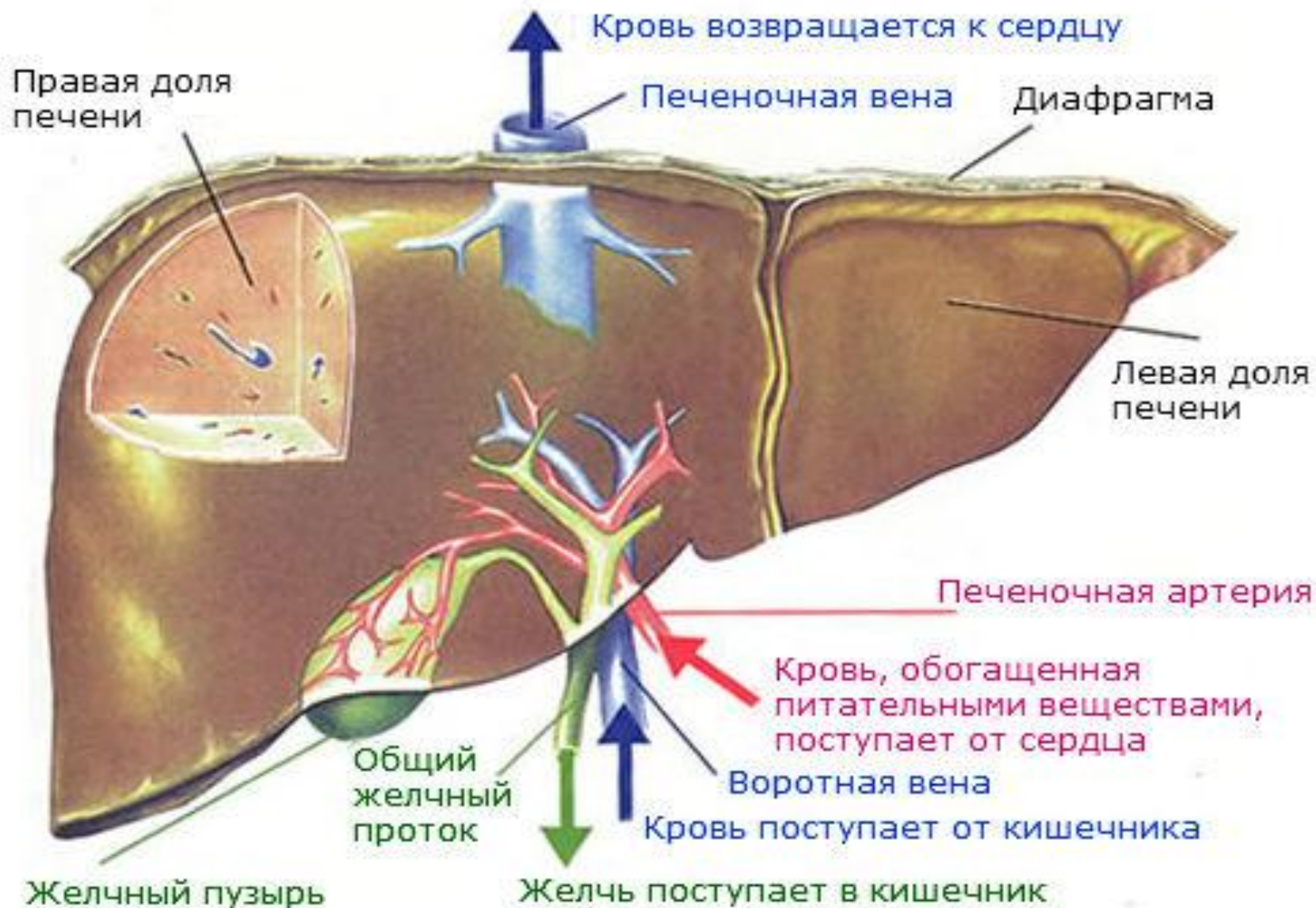
# Кровоснабжение печени

- Кровь поступает в печень из **воротной вены и печеночной артерии**
- Артериальное кровоснабжение печени осуществляется из **общей печеночной артерии (a. hepatica communis)**, являющейся ветвью truncus coeliacus.
- Печеночная артерия непосредственно над привратником, не доходя 1—2 см до общего желчного протока, делится на **a. gastroduodenalis** и **a. hepatica propria**.
- **Собственная печеночная артерия** в своем начальном отделе отдает ветвь — **правую желудочную артерию**, и, прежде чем вступить в ворота печени или непосредственно в воротах, делится на **правую и левую** ветви. В некоторых случаях от печеночной артерии отходит ветвь к квадратной доле печени.
- Артериальные анастомозы печени разделяются на две системы: **внеорганную и внутриорганную**. Внеорганную систему образуют в основном ветви, отходящие от a. hepatica communis, aa. gastroduodenalis и hepatica dextra. Внутриорганная система коллатералей образуется за счет анастомозов между ветвями собственной артерии печени

# Кровоснабжение печени

- Венозная система печени представлена приводящими и отводящими кровью венами.
- Отток крови из печени происходит по печеночным венам, впадающим в **нижнюю полую вену**.
- Основной приводящей веной является **воротная**. Название происходит от «ворот» печени, куда она впадает. Размеры: длина — 6-8 см, ширина — 1-1,5 см.
- Воротную вену образует слияние верхней брыжеечной, нижней брыжеечной и селезеночной вен.
- В саму воротную вену впадают венечная вена желудка (*v. coronaria ventriculi*), вена выхода желудка (*v. pylorica*) и вена желчного пузыря (*v. cystica*).
- Является единственной веной, входящей в орган, а не выходящей из него.
- На уровне ворот печени *V. portae* разделяется на правую ветвь, которая снабжает правую долю печени, и левую ветвь, снабжающую левую, хвостовую и квадратную доли.

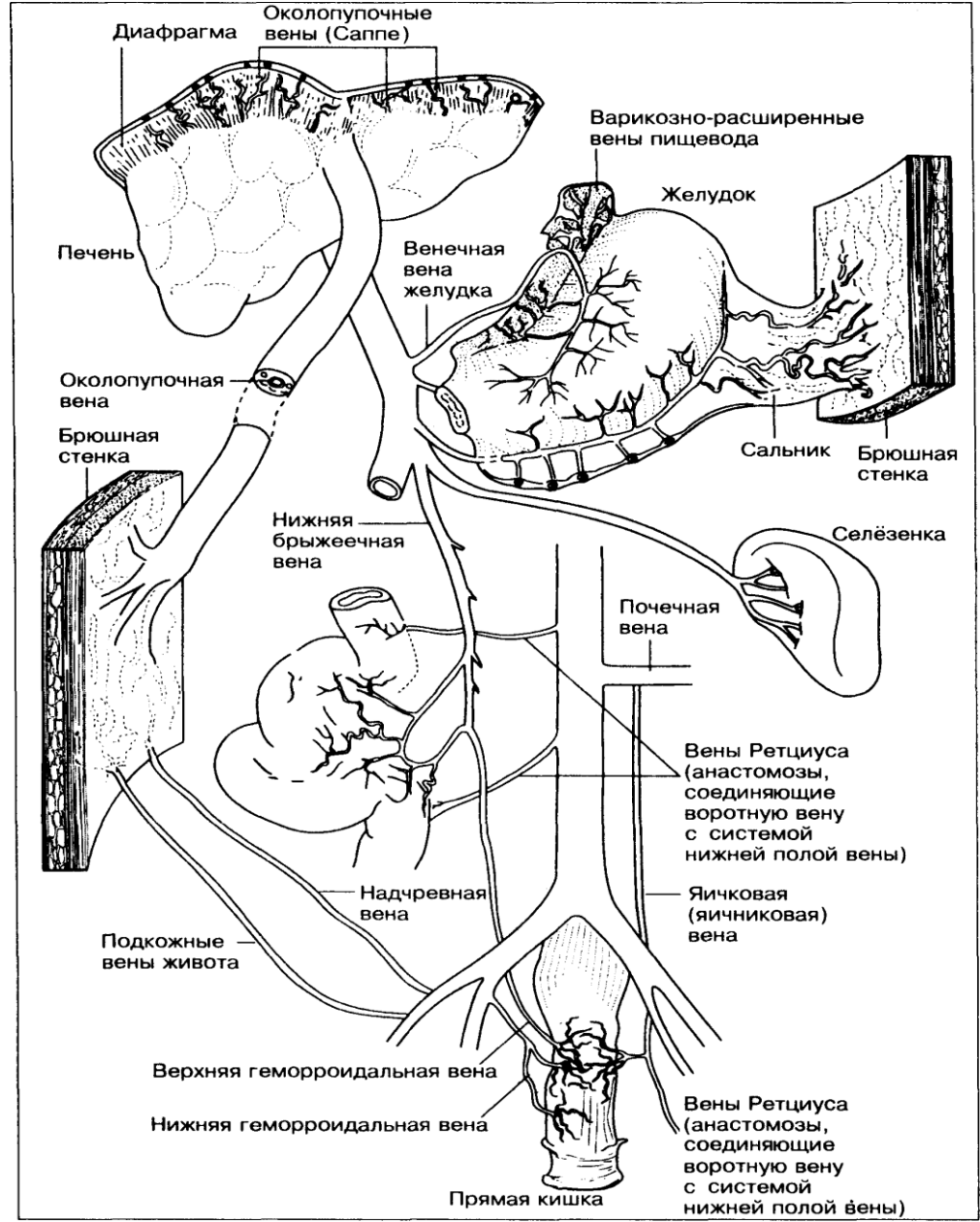
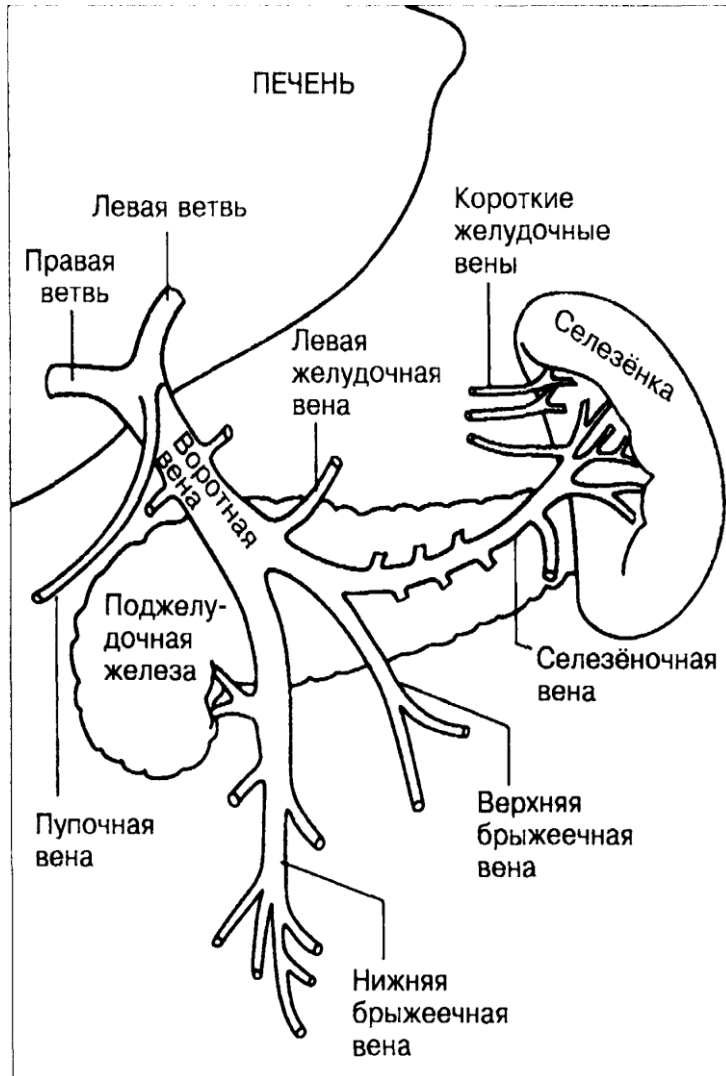
# Печень



## Кровоснабжение печени

- Воротная вена связана многочисленными анастомозами с полыми венами (портокавальные анастомозы).
- Это — анастомозы с венами пищевода и венами желудка, прямой кишки, околопупочными венами и венами передней брюшной стенки, а также анастомозы между корнями вен портальной системы (верхней и нижней брыжеечных, селезеночной и др.) и венами забрюшинного пространства (почечными, надпочечными, венами яичка или яичника и др.)
- Печеночные вены (v. hepaticae) являются **отводящей** сосудистой системой печени. Обычно имеется три вены: правая, средняя и левая, но их число может достигать 25.
- Печеночные вены впадают в нижнюю полую вену ниже того места, где она проходит через отверстие в сухожильной части диафрагмы в грудную полость.
- В большинстве случаев нижняя полая вена проходит через задний отдел печени и окружена паренхимой со всех сторон.

# Портокавальные аностомозы

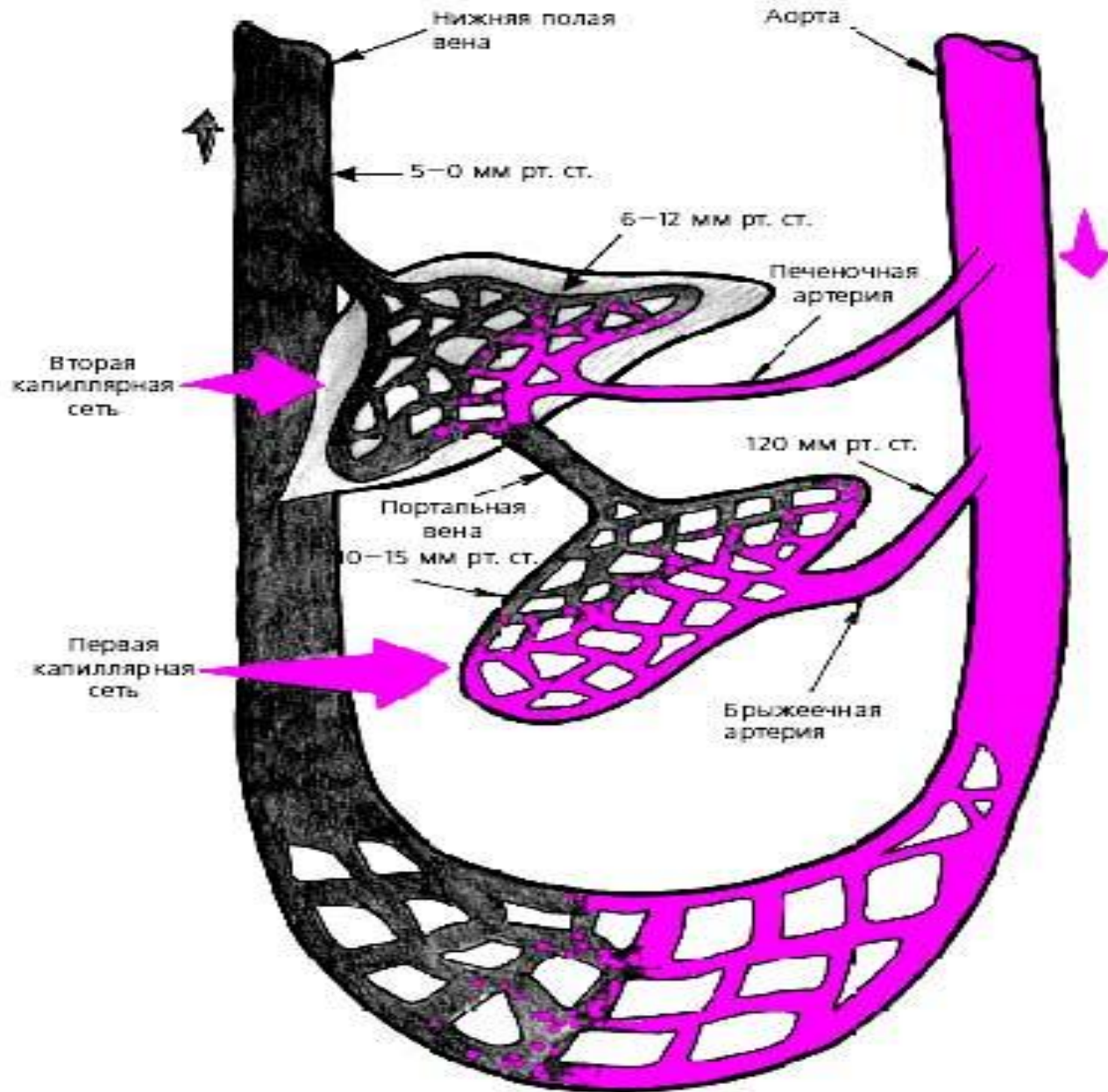


## Кровоснабжение печени

- Воротная гемодинамика характеризуется постепенным перепадом от высокого давления в брыжеечных артериях до самого низкого уровня в печеночных венах.
- Кровь проходит две капиллярные системы: **капилляры органов брюшной полости и синусоидальное русло печени**. Обе капиллярные сети соединены между собой воротной веной.
- Кровь брыжеечных артерий под давлением 120 мм рт.ст. поступает в сеть капилляров кишечника, желудка, поджелудочной железы. Давление в капиллярах этой сети составляет 10—15 мм рт.ст. Из этой сети кровь поступает в венулы и вены, образующие воротную вену, где в норме давление не превышает 5—10 мм рт.ст.
- Из воротной вены кровь направляется в междольковые капилляры, оттуда попадает в систему печеночных вен и переходит в нижнюю полую вену. Давление в печеночных венах колеблется от 5 мм рт.ст. до нуля. Таким образом, перепад давления в портальном русле составляет 120 мм рт.ст.. Важно подчеркнуть, что перепад давления в первой капиллярной сети составляет 110 мм рт.ст., а во второй — всего 10 мм рт.ст.
- Основную роль в изменении портального кровотока играет капиллярная система органов брюшной полости, которая является мощным физиологическим краном.
- Через портальное русло у человека кровь протекает со скоростью в среднем 1,5 л/мин, что составляет почти 1/3 общего минутного объема крови человеческого организма



# Воротная гемодинамика





## Особенности кровоснабжения печени:

1. Наличие двух венозных систем - портальной и кавальной.
2. Несовпадение хода сосудов двух систем (артериальной и венозной). Ветви печеночных вен не следуют ретроградно по пути печеночных артерий - проходят между ними и веерообразно сходятся в точке, ориентированной к нижней полой вене(кавальные ворота)
3. Наличие двух приносящих кровеносных сосудов- собственная печеночная а. и портальная вена(ворота печени)
4. Слабое развитие внутрипеченочных анастомозов- возможность некроза участка при перевязке ветви печеночной артерии.

1 — воротная вена и печеночная артерия; 2 — долевая вена и артерия; 3 — сегментарная вена и артерия; 4 — междольковая артерия и вена; 5 — вокругдольковая вена и артерия; 6 — внутридольковые капилляры; 7 — центральная вена; 8 — собирательная вена; 9 — печеночные вены; 10 — печеночная долька

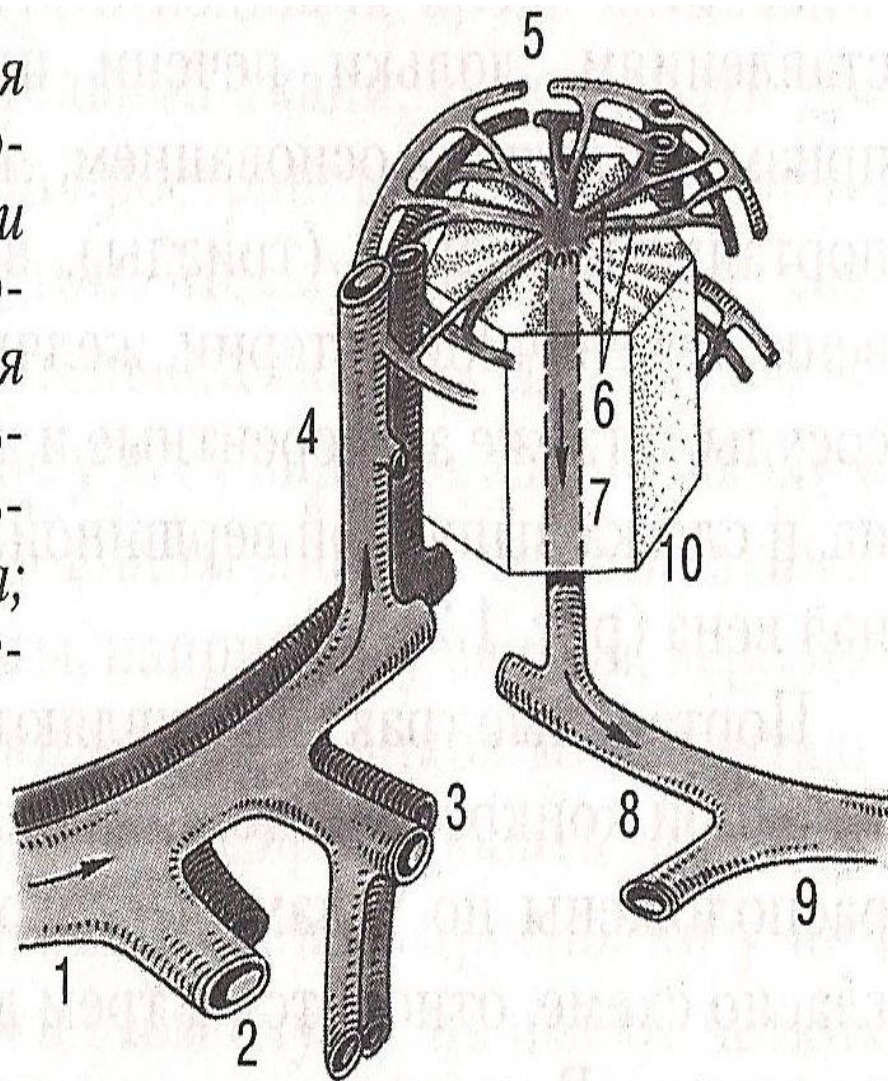


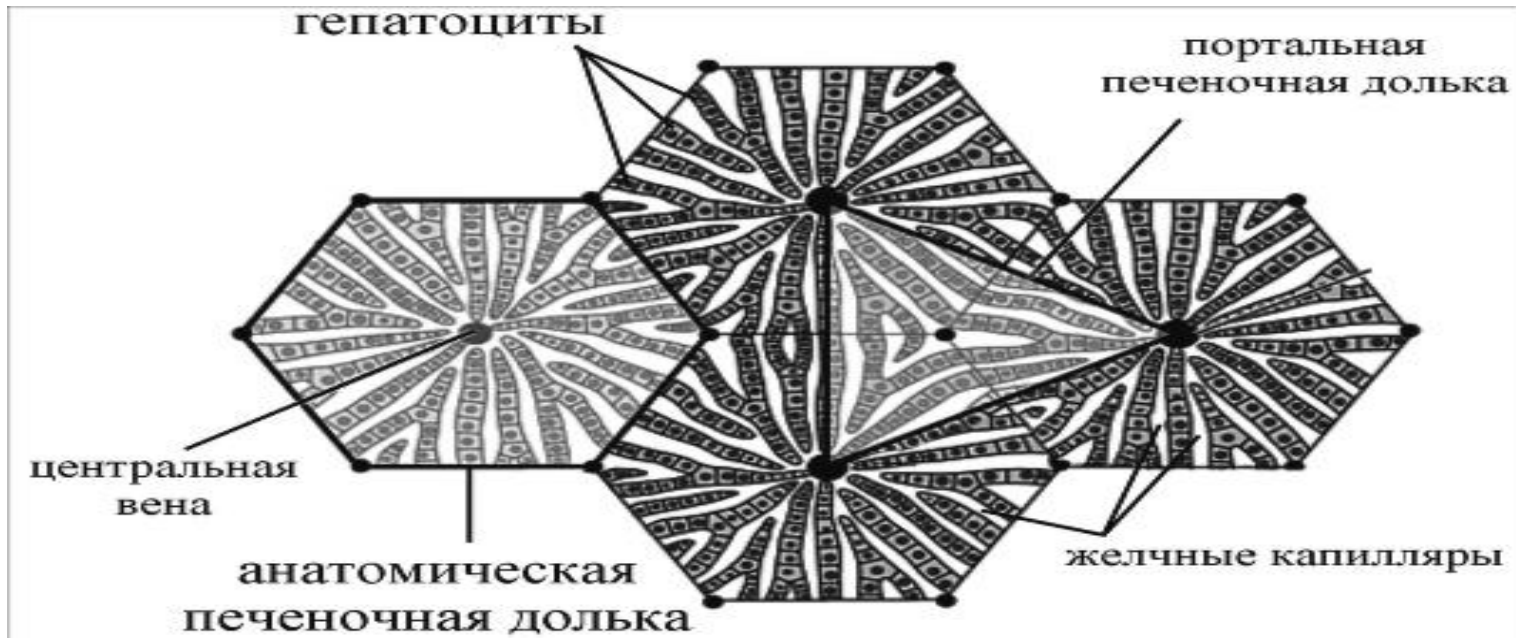
Рис. 1.1. Кровеносная система печени  
(Афанасьева Ю. И. [и др.], 2004)

# Иннервация печени

- Иннервация печени осуществляется *блуждающими нервами, ветвями главного и нижних диафрагмальных сплетений и правым диафрагмальным нервом.*
- Симпатические волокна печень получает от малого и большого главных нервов посредством главного сплетения.
- Парасимпатическая иннервация печени осуществляется ветвями блуждающих нервов. В системе иннервации печени различают переднее и заднее печеночные сплетения. Основным источником формирования этих сплетений является главное сплетение.
- Ветви переднего печеночного сплетения проходят между листками малого сальника, по ходу печеночной артерии и вместе с сосудами проникают в печень.
- Заднее печеночное сплетение распространяется по воротной вене, следуя между нею и общим желчным протоком, и проникает в печень в области поперечной борозды

## Гистотопография печени (функциональная морфология печени).

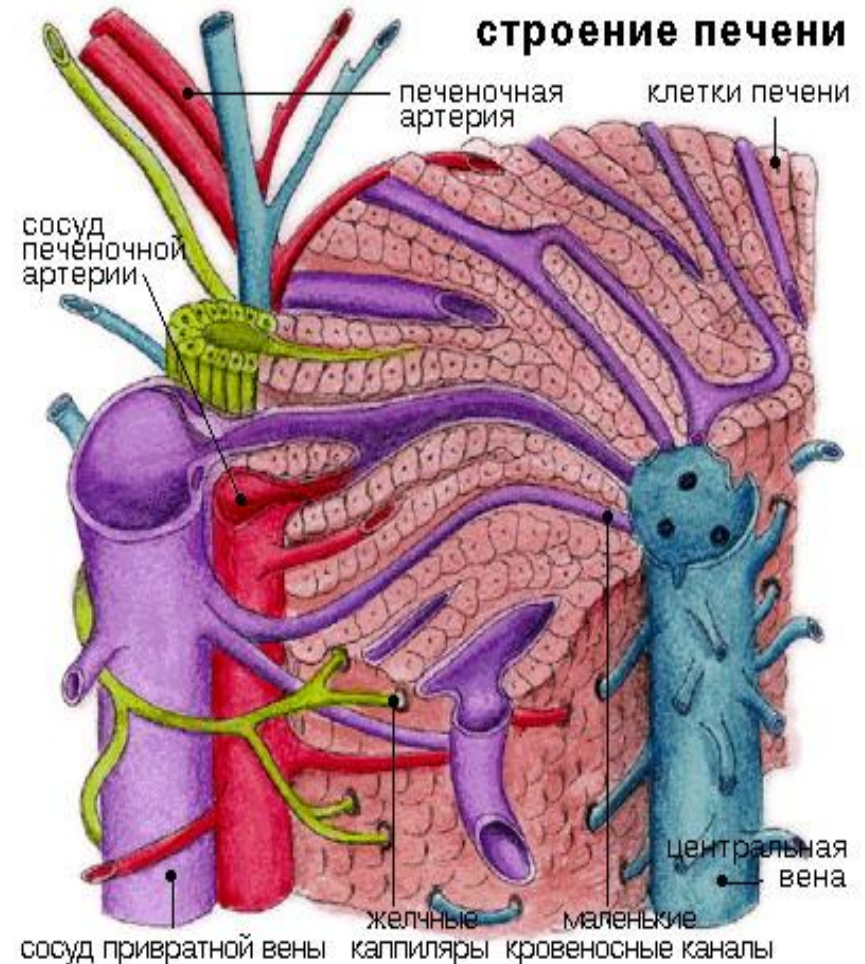
- Гистотопография печени (функциональная морфология печени).
- Печень представляет собой массу печеночных клеток, пронизанную кровеносными синусоидами. Основной структурной единицей печени принято считать печеночную дольку. Понятие о печеночной дольке претерпело значительные изменения в последние десятилетия. Рассматриваются три модели печеночных долек: классическая, портальная и ацинарная.





«Классическая» гексагональная долька на гистологических препаратах, дающих двухмерное изображение ткани, имеет вид шестиугольника, центром которого является печеночная венула (центральная вена).

- В составе печеночной дольки имеется:
- 1.печеночные балки;
- 2. синусоидные капилляры
- 3.желчные капилляры
- 4.центральная вена.
- Печеночная балка состоит из двух рядов гепатоцитов, которые идут радиально. Между печеночными балками располагаются синусоидные капилляры , которые также идут радиально от периферии к центру. Внутри печеночных балок между двумя рядами гепатоцитов располагаются желчные капилляры , которые идут от центра к периферии.

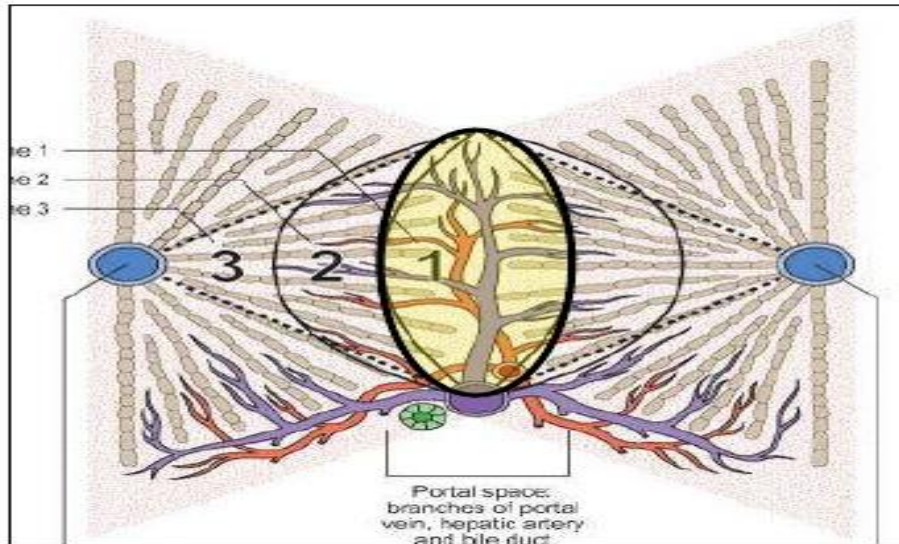


С функциональной точки зрения имеет значение деление на **ацинусы**, в центре которых располагается печеночная триада.

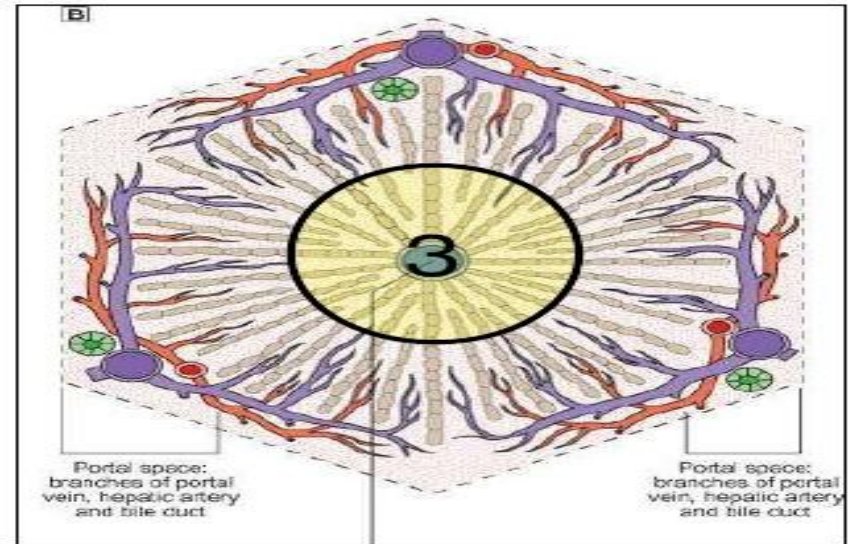
- Представление об ацинусе принимает во внимание тот факт, что кровь, двигаясь из печеночной артерии и воротной вены, прежде чем попасть в синусоиды, направляется в ветви этих сосудов. Эти боковые ответвления печеночной артерии и воротной вены, лежащие в портальных трактах, образуют основу печеночных ацинусов, и именно от этих ветвей еще более мелкие веточки отводят кровь в синусоиды. Зоны ацинуса, состоящие из печеночных пластинок, подобно слоям луковицы.



## Acinus Functional



## Lobule Anatomic



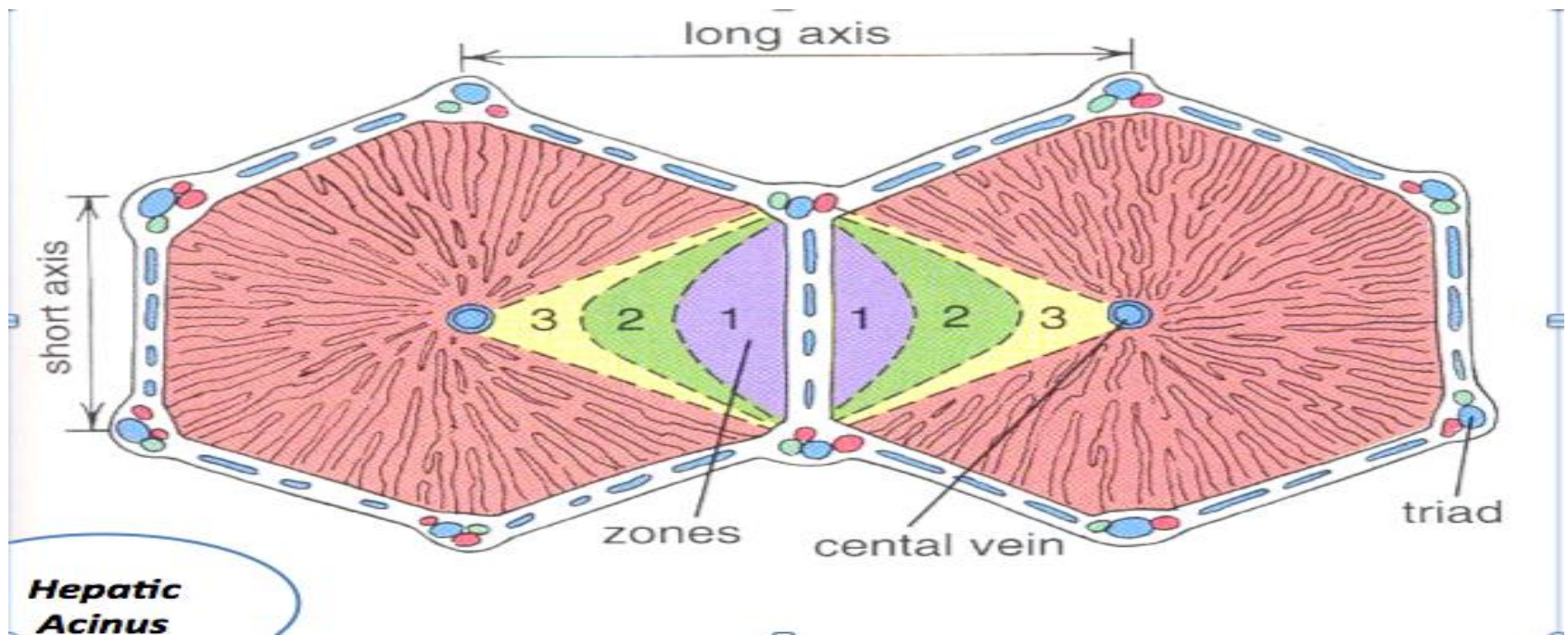
Zone 1 – Toxin damage.

Zone 3 – Ischemic damage



Распределение крови идет так, что в направлении от внутреннего (первая зона) к наружному (третья зона) отделам ацинуса снижается  $P_{O_2}$  и постепенно удаляются находящиеся в ней вещества

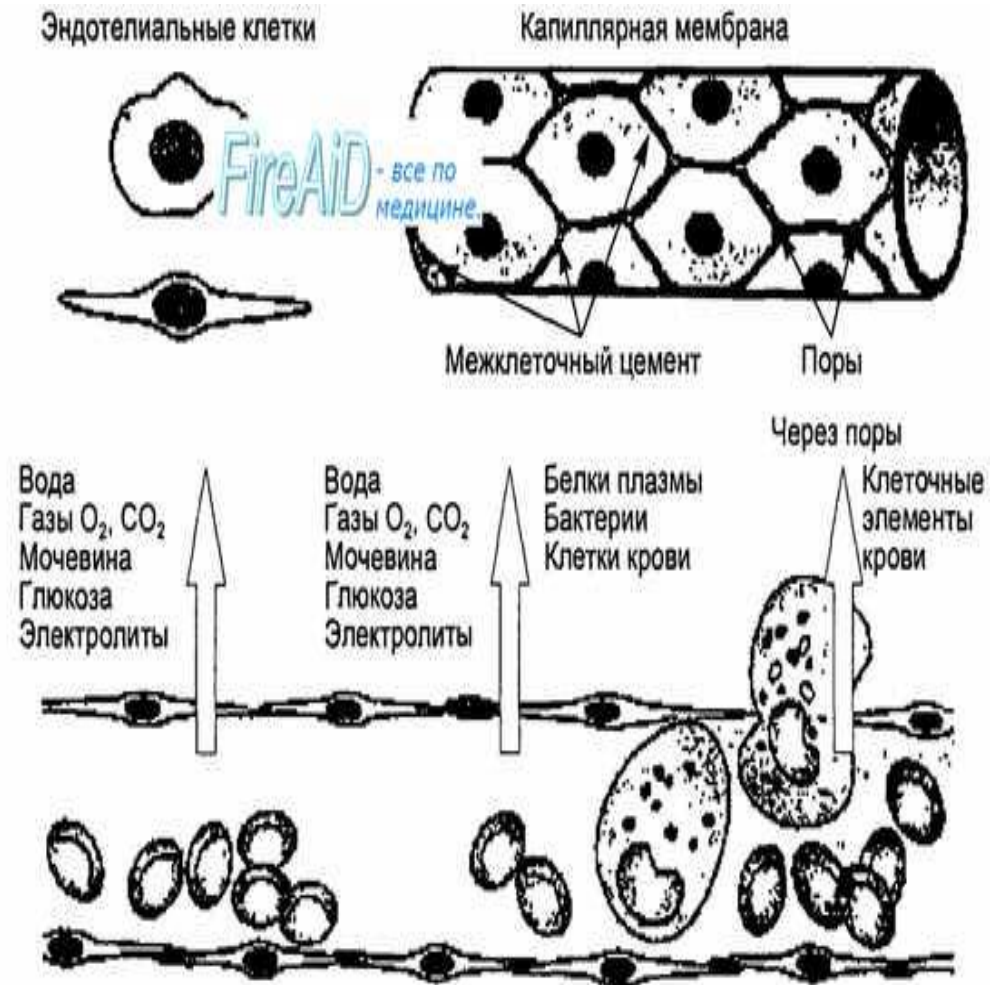
- В гепатоцитах первой зоны протекают *пиноцитоз и поглощение нутриентов из портальной крови, интенсивнее метаболизм протеинов и синтез плазменных белков, осуществляется экскреция желчных кислот и билирубина.*
- В гепатоцитах третьей зоны *обеспечиваются гликолиз, усвоение глюкозы, детоксикация аммиака.*





Максимальному обмену между кровеносным руслом и печеночной паренхимой способствует своеобразие строения стенок печеночных синусоидов.

- Стенки синусоидов печени не имеют свойственной капиллярам других органов базальной мембраны и построены из одного ряда *эндотелиальных клеток*. Важнейшей особенностью этих клеток является наличие *фенестрированных* участков. Эти участки служат своеобразным фильтром между кровью, протекающей по синусоидам и плазмой заполняющей пространство Диссе (пространство между эндотелиальными клетками и поперечностью печеночных клеток )



В составе стенки синусоидальных капилляров имеются следующие клетки-эндотелиальные, звездчатые ретикулоэндотелиоциты (клетки Купфера), клетки Ито и ямочные клетки(pit)

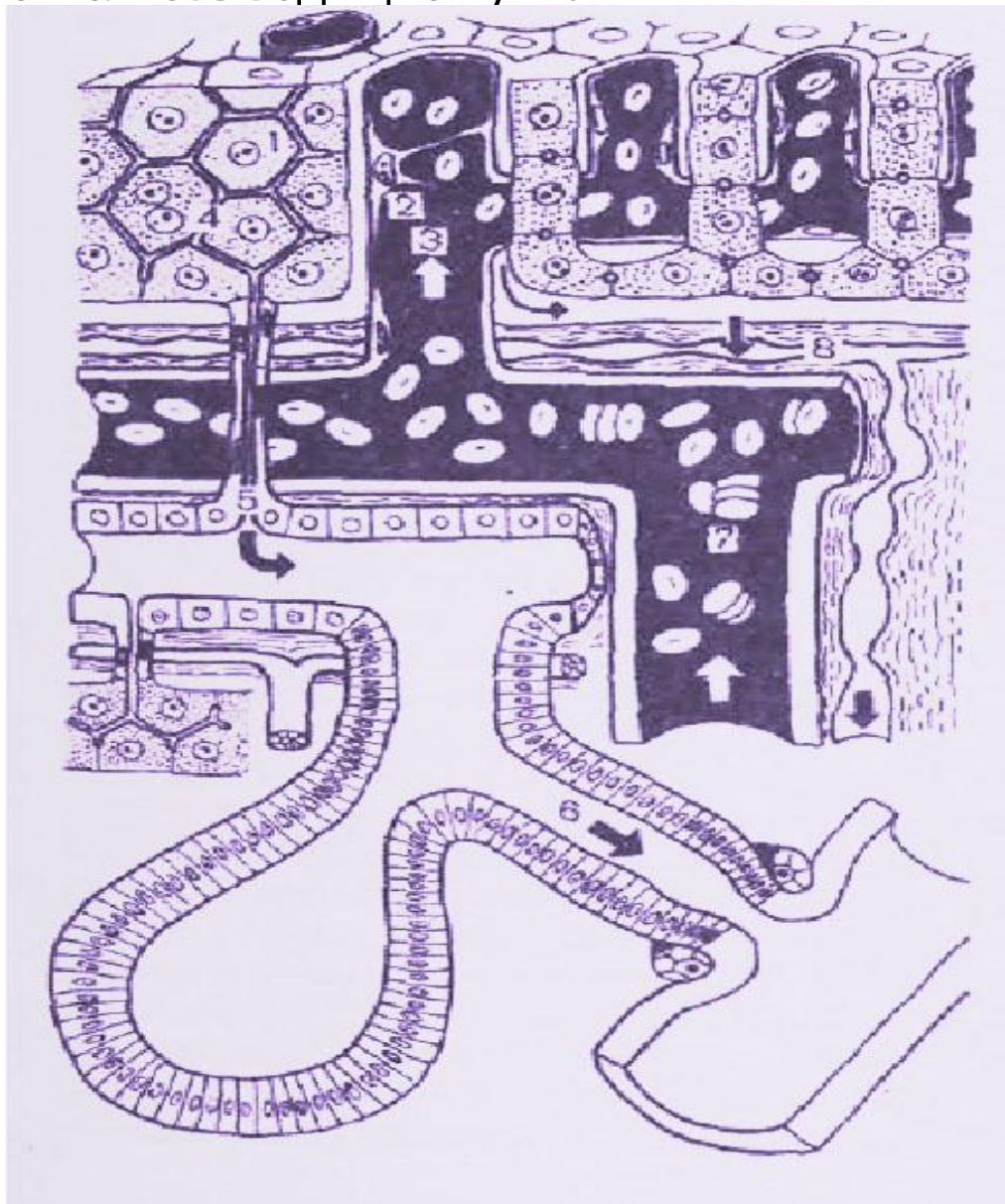
- Звездчатые ретикулоэндотелиоциты представляют собой *органоспецифические макрофаги*. Клетки Купфера локализуются преимущественно вокруг портальных трактов. Они фагоцитируют состарившиеся клетки, инородные частицы, вирусы, бактерии, паразитов, окисленные липопротеины низкой плотности, денатурированные белки, фрагменты иммуноглобулинов, фибрин и его осколки.
- *Клетки Ито (жиронакапливающие клетки, липоциты)* расположены в пространстве Диссе, цитоплазма их может содержать множество липидных гранул и ретинола. При повреждении гепатоцитов эти клетки утрачивают жировые капли и становятся похожими на миофибробласты и вырабатывают коллаген.
- *Ямочные (pit) клетки* представляют собой подвижные большого размера лимфоциты, которые являются естественными киллерами.
- В соединительной ткани портальных полей наряду с портальной триадой, включающей ветви воротной вены, печеночной артерии и междольковые желчные протоки, *содержатся единичные лимфоциты, гистиоциты, плазматические клетки и фибробласты*

## Желчевыводящая система.

- Желчь, вырабатываемая гепатоцитами, проходит через сложную систему желчных ходов, расположенных внутри печени. Эта система включает в себя **желчные канальцы, желчные протоки и междольковые протоки** .
- Начальным звеном ее являются **межклеточные желчные канальцы**, образованные билиарными полюсами двух и более смежных гепатоцитов. Желчные канальцы не имеют собственной стенки, ею служат цитоплазматические мембраны гепатоцитов.
- Межклеточные желчные канальцы, сливаясь друг с другом на периферии печеночной долики, образуют более крупные **перилобулярные желчные протоки** (*холангиолы, терминальные дуктулы, канальцы Геринга*), имеющие базальную мембрану.
- Проходя через терминальную пластинку гепатоцитов, в перипортальной зоне холангиолы впадают в **междольковые желчные протоки** (*дукты, холанги*).
- Протоки анастомозируют между собой, увеличиваются в размерах и становятся крупными **септальными протоками**, выстланными высокими призматическими эпителиоцитами. На нижней поверхности печени в области поперечной борозды левый и правый желчные протоки соединяются, образуя **общий печеночный проток**.
- Последний, сливаясь с пузырьным протоком, впадает в **общий желчный проток** длиной 8—12 см. Общий желчный проток открывается в просвет двенадцатиперстной кишки. Дистальный конец общего желчного протока расширен, в его стенке имеется слой гладкой мускулатуры — сфинктер печеноч но-поджелудочной ампулы Одди.

## Внутрипеченочные желчевыводящие пути.

1 — печеночная клетка; 2 — звездчатый ретикулоэндотелиоцит (купферовская клетка); 3 — синусоид; 4 — межклеточный желчный каналец; 5 — перилобулярный желчный проточек; 6 — междольковый желчный проток; 7 — вена; 8 лимфатический сосуд.



## Структура гепатоцита

- При электронно-микроскопическом исследовании гепатоцит имеет неправильно-гексагональную форму с нечетко выраженными углами.
- Различают *синусоидальный полюс*, обращенный к кровеносному синусоиду, и *билиарный полюс*, обращенный к желчному канальцу.
- Цитоплазматическая мембрана гепатоцита состоит из наружного и внутреннего слоев.
- В мембране гепатоцита имеются поры, обеспечивающие сообщение эндоплазматической сети с внеклеточной средой.
- Многочисленные выросты мембраны — микроворсинки — особенно отчетливо выражены на синусоидальном полюсе гепатоцита.
- Ворсинками синусоидального полюса захватываются многочисленные метаболиты, а выделение секрета осуществляется на билиарном полюсе гепатоцита..



Синтезирует витамины, гормоны,  
минеральные вещества

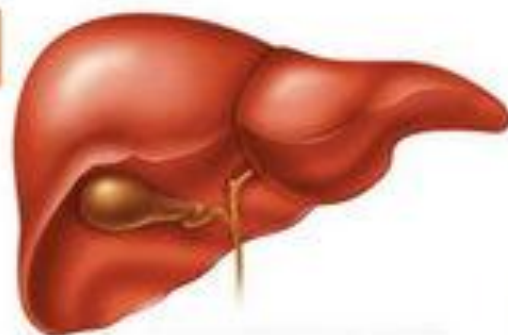
Орган пищеварения

Орган обезвреживания

Орган кроветворения

Синтезирует желчь

Хранилище витаминов,  
железа, гликогена



Отвечает за белковый обмен

Орган утилизации эритроцитов

Барьерно-очистительная функция

Участвует в холестериновом обмене

**Печень** выполняет в организме более 500 важнейших биохимических функций, за одну минуту происходит более 20 миллионов биологических реакций.

В день печень пропускает около двух тысяч литров крови.

У печени теснейшая взаимосвязь с другими органами и системами.

# Пищеварительная функция печени

- Эту функцию можно разделить на *желчеотделение (холерез)* и *желчевыделение (холекинез)*.
- Желчеотделение - непрерывный процесс и желчь накапливается в желчном пузыре, а желчевыделение - только во время приема пищи.
- За сутки выделяется 500-1500 мл желчи. Она образуется в гепатоцитах, которые контактируют с капиллярами. Из плазмы в гепатоцит выходит ряд веществ: вода, глюкоза, креатинин, электролиты и др. В гепатоците образуются желчные кислоты и желчные пигменты, затем все вещества из гепатоцита секретируют в желчные капилляры.
- Желчь состоит из 98% воды и 2 сухого остатка, куда входят органические вещества: соли желчных кислот, желчные пигменты, билирубин и биливердин, холестерин, жирные кислоты, лецитин, муцин, мочевины, вит А, В, С; каталаза, амилаза, фосфатаза, протеаза, аминокислоты, и глюкокортикоиды, неорганический остаток. В желчном пузыре концентрация всех этих веществ в 5-6 раз больше чем в печеночной желчи.
- Желчные пигменты – билирубин и биливердин придают желчи специфическую окраску.

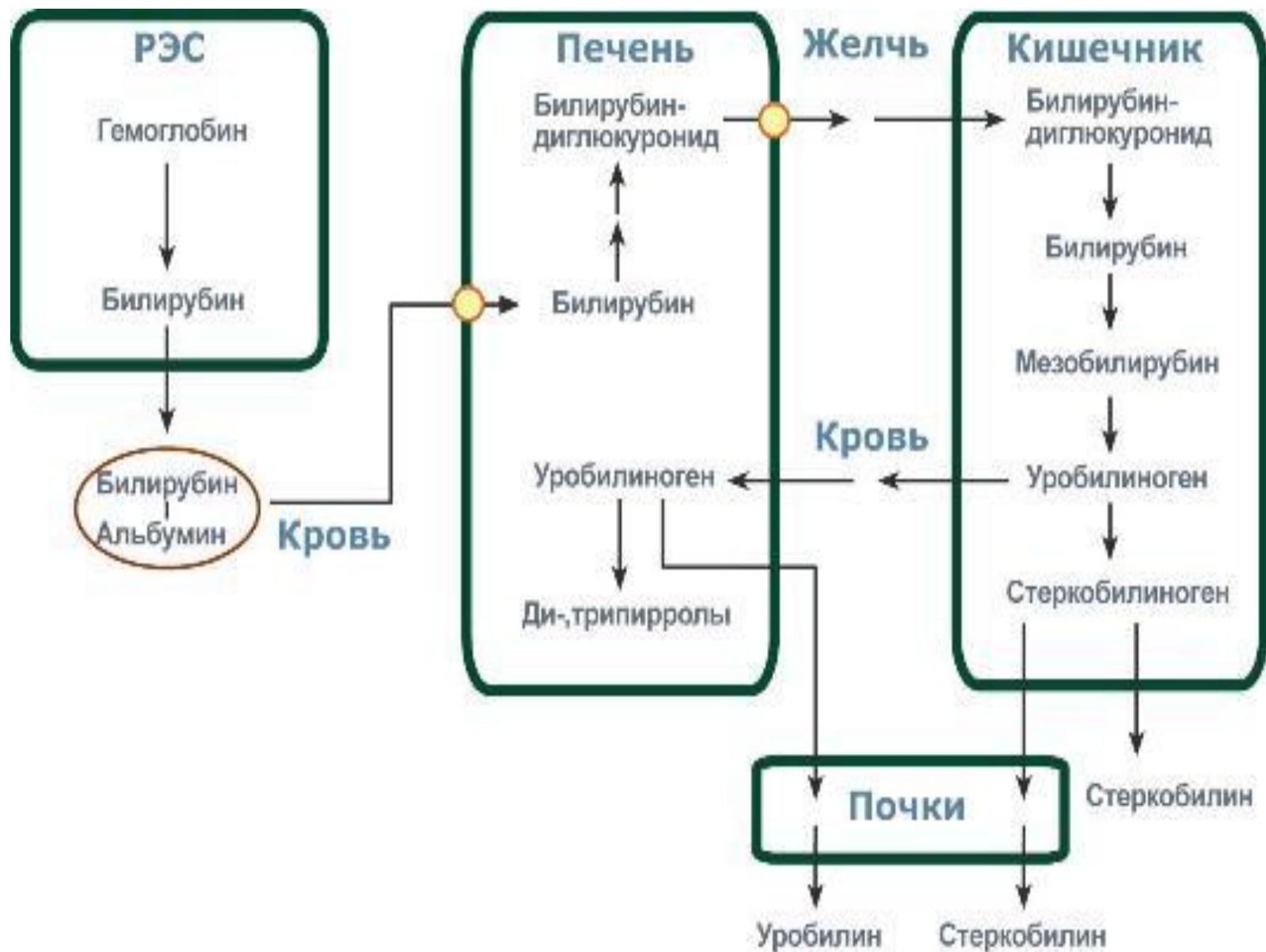


# Функции желчи:

- 1.эмульгирует жиры, делая их доступными для липаз.
- 2. способствует всасыванию триглицеридов .
- 3. активирует липазу
- 4. стимулирует моторику тонкого кишечника
- 5.оказывает бактерицидное и бактериостатическое действие на кишечную флору
- 6. стимулирует пролиферацию и слущивание энтероцитов

# Роль печени в пигментном обмене

- В печени , в селезенке и в костном мозге происходит разрушение эритроцитов и гемоглобина. Вначале из распавшего гема образуется *биливердин* , а затем *билирубин*.
- Для обеспечения растворимости и транспорта билирубина по кровеносному руслу , при выходе из селезенки , он окружается *белковой оболочкой альбуминовой фракции* крови.
- В печени отделяется альбуминовая оболочка , а к месту остатка пропионовой кислоты присоединяются две молекулы *глюкуроновой кислоты* и образуется *диглюкуронид*. За счет этого переходит в водорастворимое состояние , благодаря чему, выделяются с печеночными клетками в желчный проток и в 12-перстную кишку.
- В кишечнике под действием микрофлоры кишечника отщепляется глюкуроновая кислота и образуется мезобилиноген, который переходит в *стеркобилин*, придающий калу соответствующую окраску, а после всасывания на уровне геморроидальных вен прямой кишки, попадает в кровь, а затем в мочу- *уробилин*, окрашивающий мочу в желтый цвет.



# Участие в жировом обмене

- Печень синтезирует жирные кислоты, триглицериды, фосфолипиды, холестерин, кетоновые тела, участвует в их метаболизме. Она экстрагирует липиды из крови в виде хиломикрон и отвечает за их окисление в других органах. В печени синтезируются липопротеины высокой и низкой плотности.

## • Участие в белковом обмене

- В печени происходит метаболизм протеинов, дезаминирование аминокислот, обезвреживание аммиака и превращение его в мочевины, которая затем выводится почками, и креатинина. Печень продуцирует целый ряд плазменных белков: альбумины, гамма-глобулины, бета-глобулины и др.

# Участие в углеводном обмене

- Печень является органом, поддерживающим нормальный уровень сахара в крови за счет процессов *гликогенеза* - превращения глюкозы в гликоген с помощью инсулина.
- Если количество глюкозы в крови уменьшается, то депонированный в печени гликоген снова превращается в глюкозу- это *гликогенолиз*.
- При уменьшении запасов углеводов в крови в печени под влиянием гормонов коры надпочечников- глюкокортикоидов, гликоген может синтезироваться из аминокислот и жиров- это *гликонеогенез*.

# Печень –депо витаминов

- П. принимает непосредственное участие в обмене и всасывании в кишечнике *жирорастворимых витаминов А,Д, Е,К.*
  - *Каротин* превращается в *витамин А*, который хранится в печени в течение 10 месяцев и высвобождается в кровь по мере потребления.
  - Печень депонирует также витамины *В6 –пиридоксаль , рибофлавин, аскорбиновую , фолиевую и пантотеновую кислоты, витамин К.*
  - Кроме витаминов печень депонирует микроэлементы: *железо в виде ферритина, медь, марганец, кобальт, цинк, молибден и др.*
- 
- **Участие в свертывании крови**

В печени синтезируются:

- *фибриноген ( 1-й фактор),*
- *протромбин(2-й фактор),*
- *проакцелерин(5 –й фактор),*
- *проконфертин (7-й фактор),*
- *антигемофильный глобулин В (9-й фактор),*
- *фактор Стюарта-Пауэра(10-й фактор).*

# Дезинтоксикационная функция печени

- Эта функция состоит в инактивации и выведении лекарственных препаратов, гормонов, вредных веществ: аммиака, индола, скатола, фенола, алкоголя, который метаболизируется в основном печени, а затем выводится с мочой и калом.





# Ферменты печени

- Все метаболические процессы в печени осуществляются только благодаря содержащимся в гепатоцитах соответствующих ферментов. Синтез ферментов – одна из важнейших функций печени. Ферменты имеют белковую природу и синтезируются рибосомами.
- В клинической практике ферменты разделяются по функции клеток печени и их мембран определяющих активность этих ферментов в сыворотке крови.
- *Секреторные* ферменты синтезируются гепатоцитами и в физиологических условиях выделяются в кровь ,выполняя определенные функции. К ним относятся *холинэстераза, псевдохолинэстераза, церулоплазмин про- и частично антикоагулянты.*
- *Индикаторные* ферменты выполняют определенные внутриклеточные функции. Некоторые из них ( ЛДГ, АлАТ, АсАТ, альдолаза) в физиологических условиях в небольших количествах постоянно присутствуют в крови, другие выделяются только при глубоких повреждениях печени.
- Индикаторные ферменты в зависимости от расположения в клетке разделяются на цитоплазматические( ЛДГ, АЛТ), митохондриальные(глутаматдегидрогеназа) и ферменты встречающиеся в обеих клеточных структурах- АсАТ и малатдегидрогеназа.

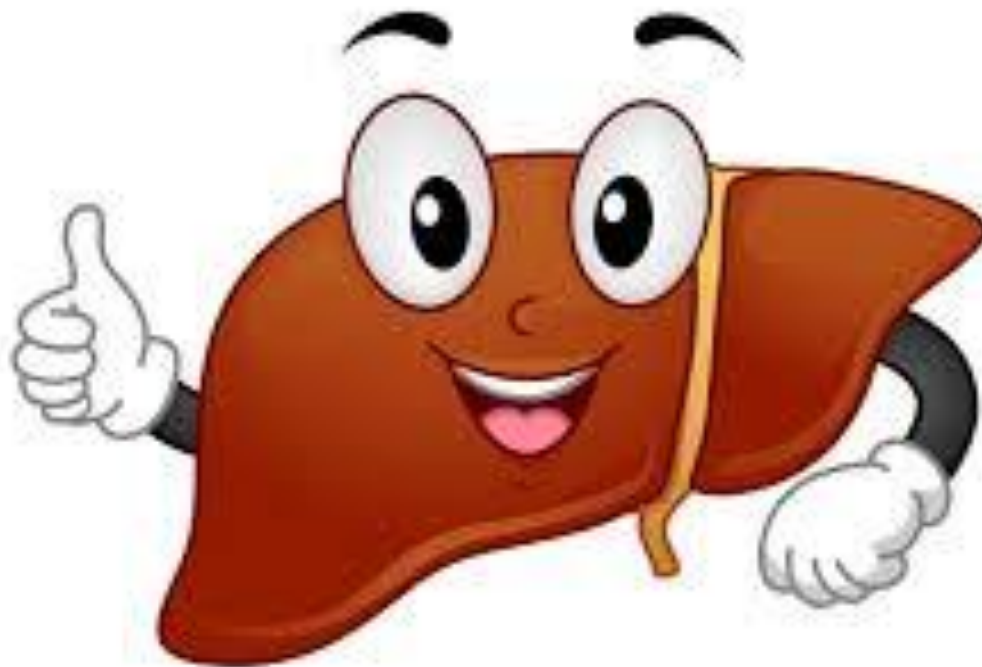
Экскреторные ферменты подразделяются следующим образом:

- 1. *универсально распространенные ферменты*, активность которых обнаруживается помимо печени и в других органах - аминотрансферазы, фруктозо 1,6 дифосфаталядаза;
- 2. *печеночно-специфические* – ферменты, активность которых исключительна и наиболее выявляется в печени. К ним относятся урокиназа, аргиназа, фруктозо-1-фосфаталядолаза, холинэстераза, орнитинкарбамилтрансфераза, сорбитдегидрогеназа и др.;
- 3. *клеточно-специфические* ферменты печени относятся преимущественно к гепатоцитам, звездчатым ретикулоэндотелиоцитам или к желчным канальцам (5-нуклеотидаза, ЩФ, ГГТ, аденозинтрифосфатаза )

**ТЫ ВОДИШЬ ЕЕ В ДОРОГИЕ БАРЫ  
УГОЩАЕШЬ ДОРОГИМИ КОКТЕЙЛЯМИ  
ТРАТИШЬ НА НЕЕ ВСЮ СВОЮ ЗАРПЛАТУ**



**А В ИТОГЕ ОНА ТЕБЕ ОТКАЗЫВАЕТ**



**Спасибо за внимание!**

Ссылка для тестирования:

<http://edu.physiology37.ru/>

По данной ссылке Вы попадете на образовательный портал кафедры нормальной физиологии, где можете пройти тест в обычном порядке.

Тест находится в разделе **«2020 ТЕСТИРОВАНИЕ»**.

Отказ от прохождения теста будет означать пропуск лекции по неуважительной причине.