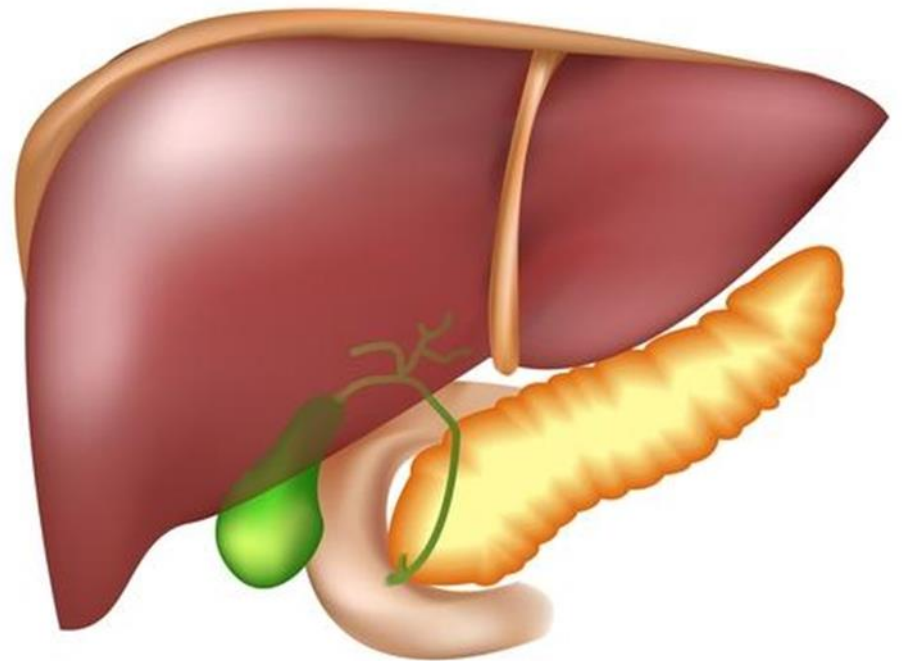
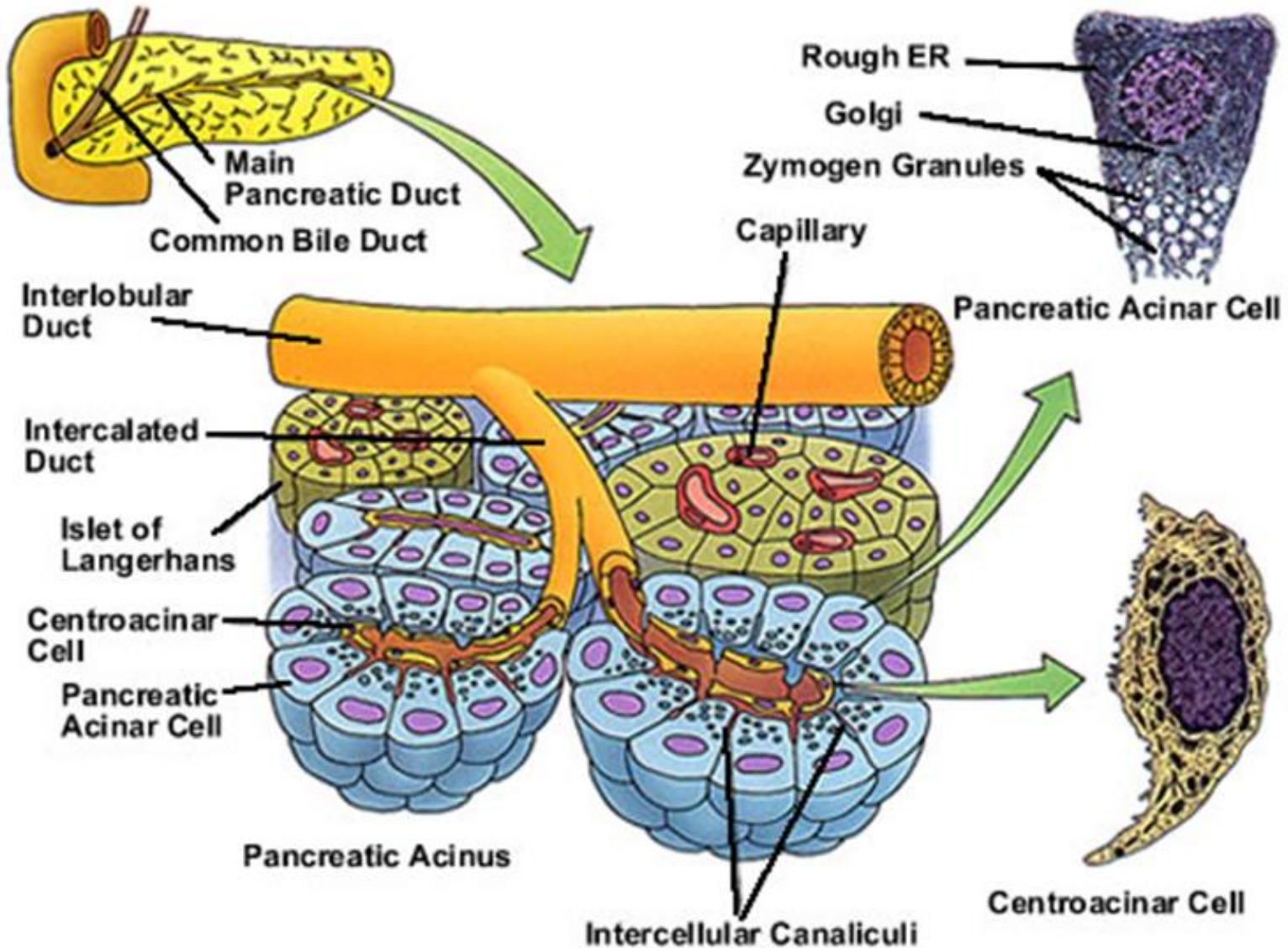


# Patofyziologie trávícího systému

Pankreas, játra a žlučové  
cesty

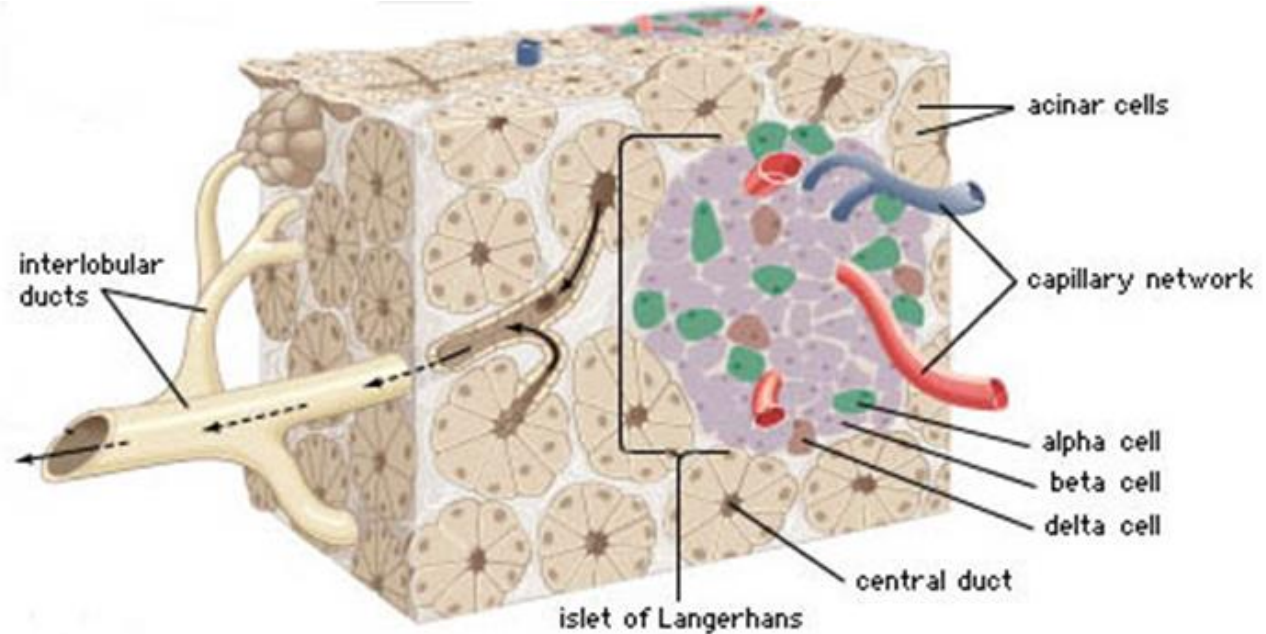


# Pankreas - sekrece

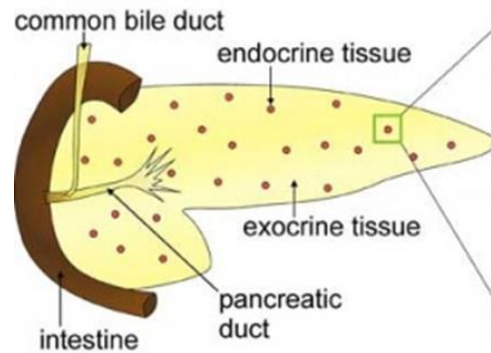


# Pankreas - endokrinní část (2%)

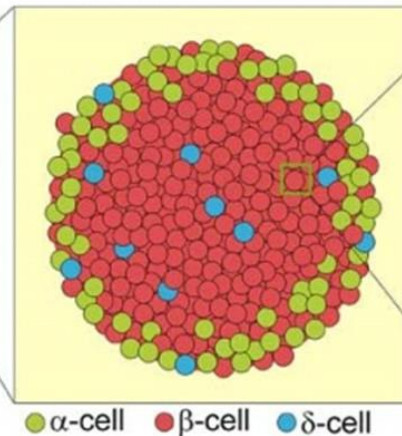
- $\beta$ -buňky
  - inzulin
- $\alpha$ -buňky
  - glukagon
- $\delta$ -buňky
  - somatostatin
  - pankreatický polypeptid
  - amylin



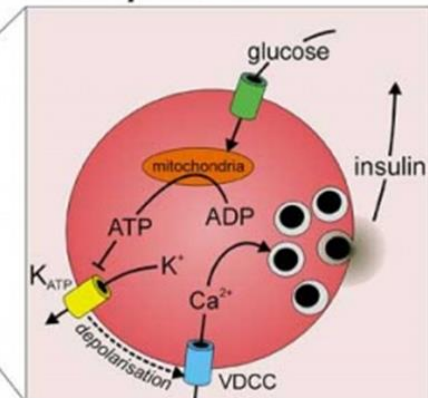
the pancreas



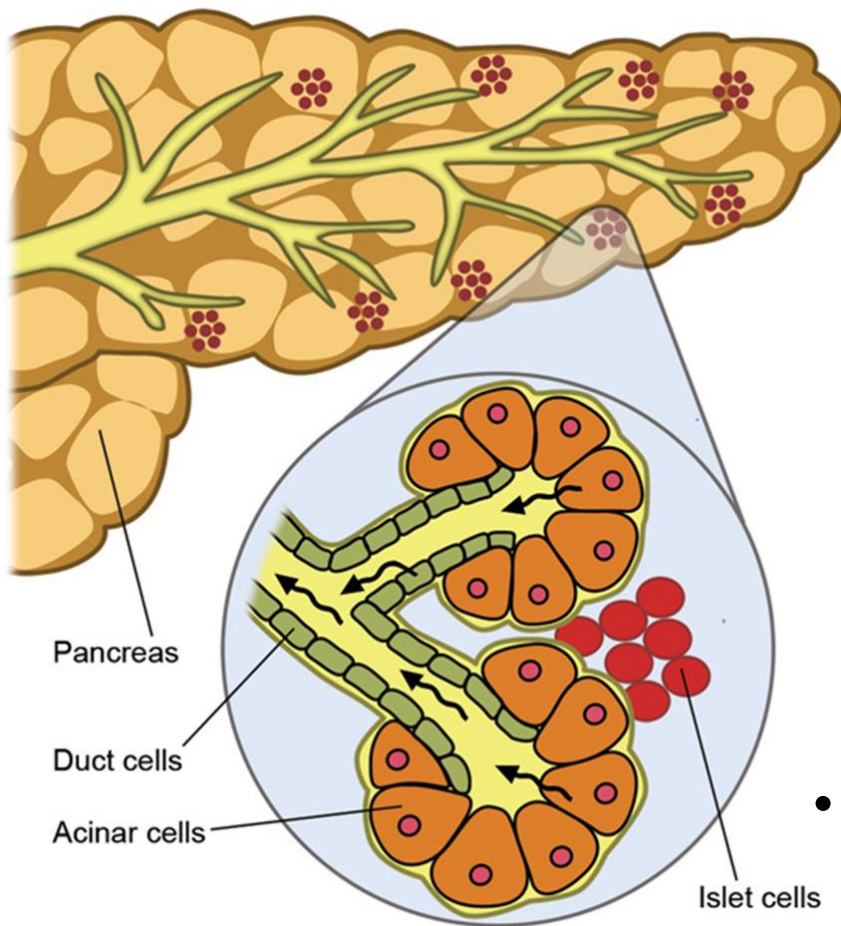
the islet



the  $\beta$ -cell

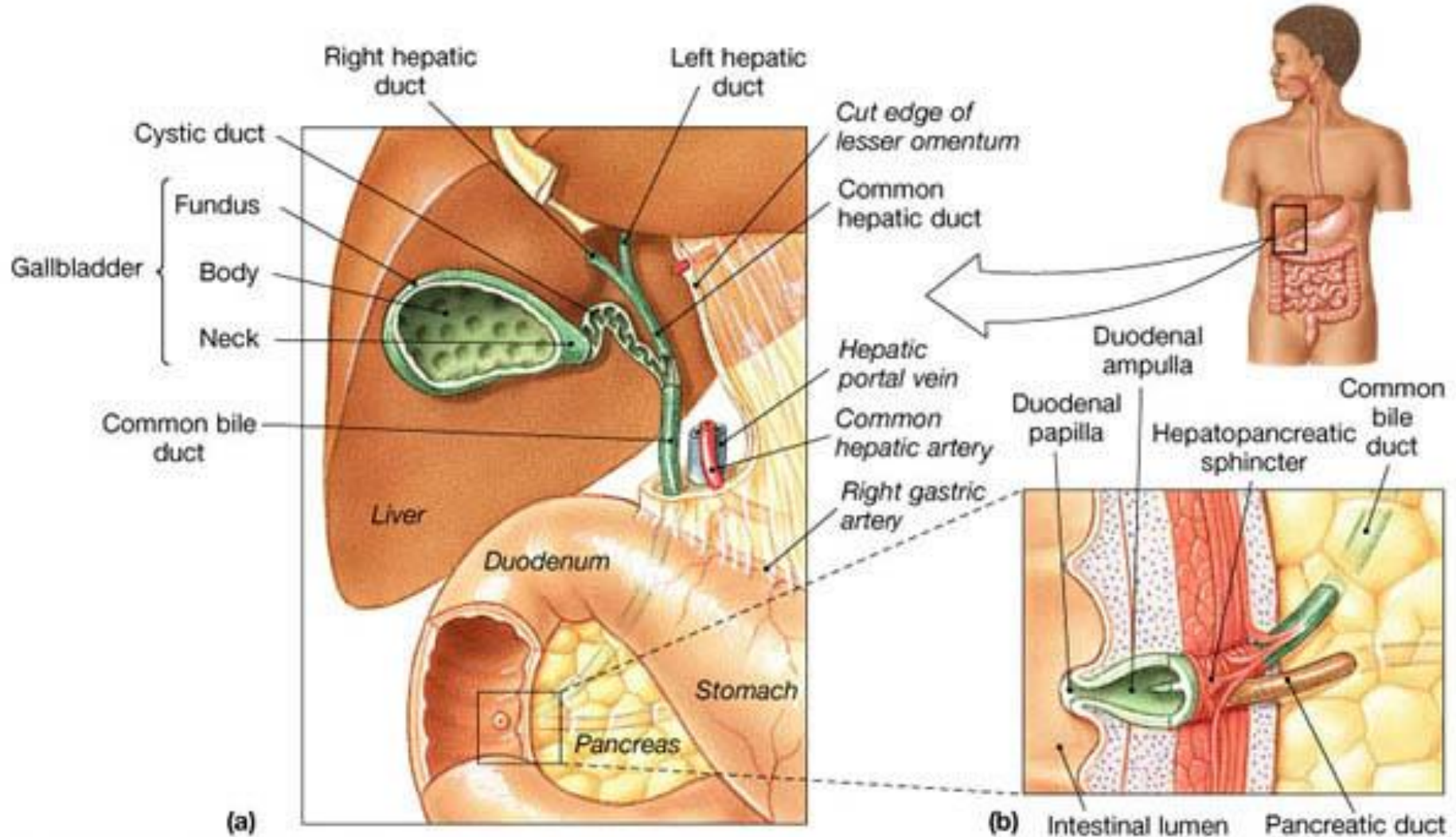


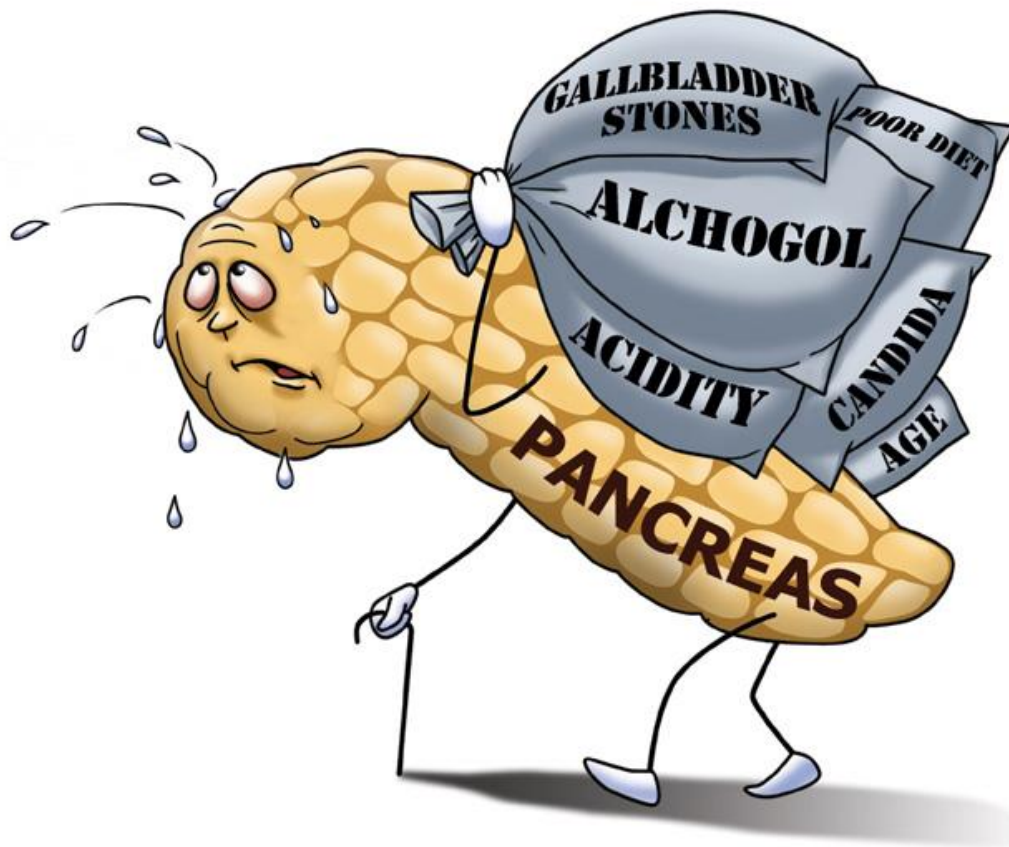
# Pankreas - exokrinní část (85%)



- aciny - pankreat. šťáva (pH až 8.3)
  - cca 1-1.5l denně
  - produkci stimuluje acetylcholin a CCK a sekretin produkovaný v duodenu
  - produkci tlumí pankreatický polypeptid a somatostatin (ileum)
  - složení
    - ionty a voda (← **sekretin**)
      - Na, Cl, K a  $\text{HCO}_3^-$  (až 150 mmol/l)
      - obsah  $\text{HCO}_3^-$  je nezbytná pro neutralizaci kyselého obsahu žaludku, aktivaci pankreat. enzymů a tvorbu tuk. micel
    - enzymy (← **CCK**)
      - aktivní - lipáza, amyláza, ribonukleáza, deoxyribonukleáza
      - neaktivní (aktivovány enterokinázou v duodenu) - trypsinogen, chymotrypsinogen, prokarboxypeptidáza, proelastáza, fosfolipáza  $\text{A}_2$
    - inhibitory trypsinu ( $\alpha$ 1-antitrypsin)
- porucha sekrece – **insuficience exokrin. pankreatu**
  - nejč. důsledek chron. pankreatitidy
  - méně často ca pankreatu, cystická fibroza, proteinová malnutrice

# Anatomie vyústění ductus pancreaticus a žl. cest v duodenu

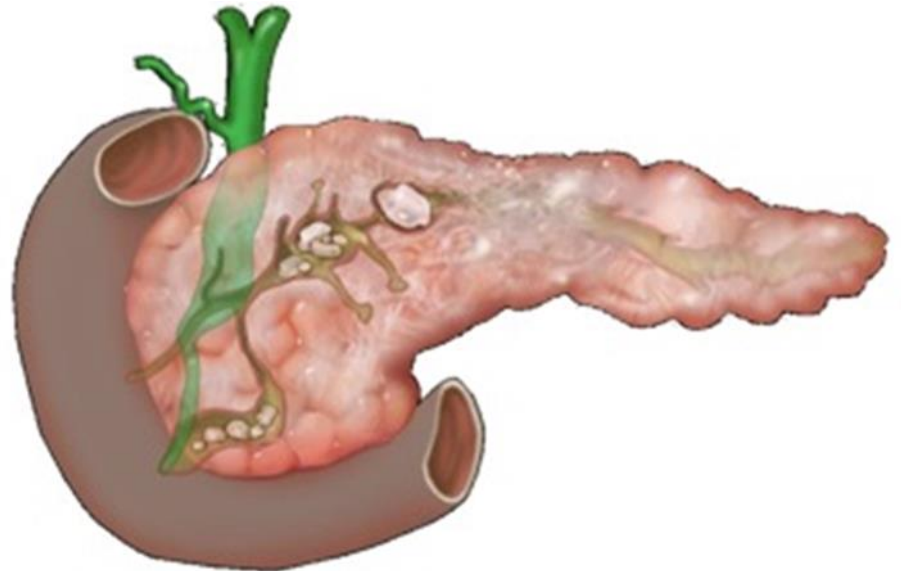




# NEMOCI PANKREATU

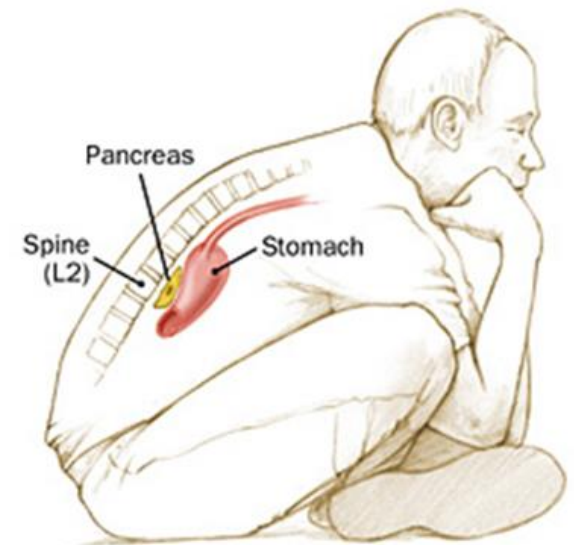
# Chronická pankreatitida

- progredující ireverzibilní onemocnění pankreatu (= chronický zánět) vedoucí k progresivnímu poškození a zániku pankreatických acinů, stenóze či dilataci vývodů, fibróze a atrofii žlázy a kalcifikacím ve vývodech
- důsledkem je poruchou zevní, později i vnitřní sekrece (insuficience pankreatu)
- rozeznáváme několik variant
  - kalcifikující chronickou pankreatitidu
    - nejčastěji po abúzu alkoholu
  - chronickou obstrukční pankreatitidu
    - při dlouhodobé obstrukci pankreatických ductů
  - chronickou zánětlivou pankreatitidu
- etiologie
  - **alkoholismus (70-90%)**
    - abúzus alkoholu déle než 5 let v množství 150 g/den a více může vyvolat chronickou pankreatitidu
    - ale jen 5-15 % těžkých alkoholiků je postiženo chronickou pankreatitidou
    - podezření na důležité kofaktory (např. genetické, dietní a jiné)
  - **idiopatická (20-30%)**
    - hereditární
      - cystická fibróza aj.
    - tropická forma
    - autoimunitní
    - ostatní příčiny
      - hypertriglyceridemie
      - hyperkalcemie
      - chron. malnutrice

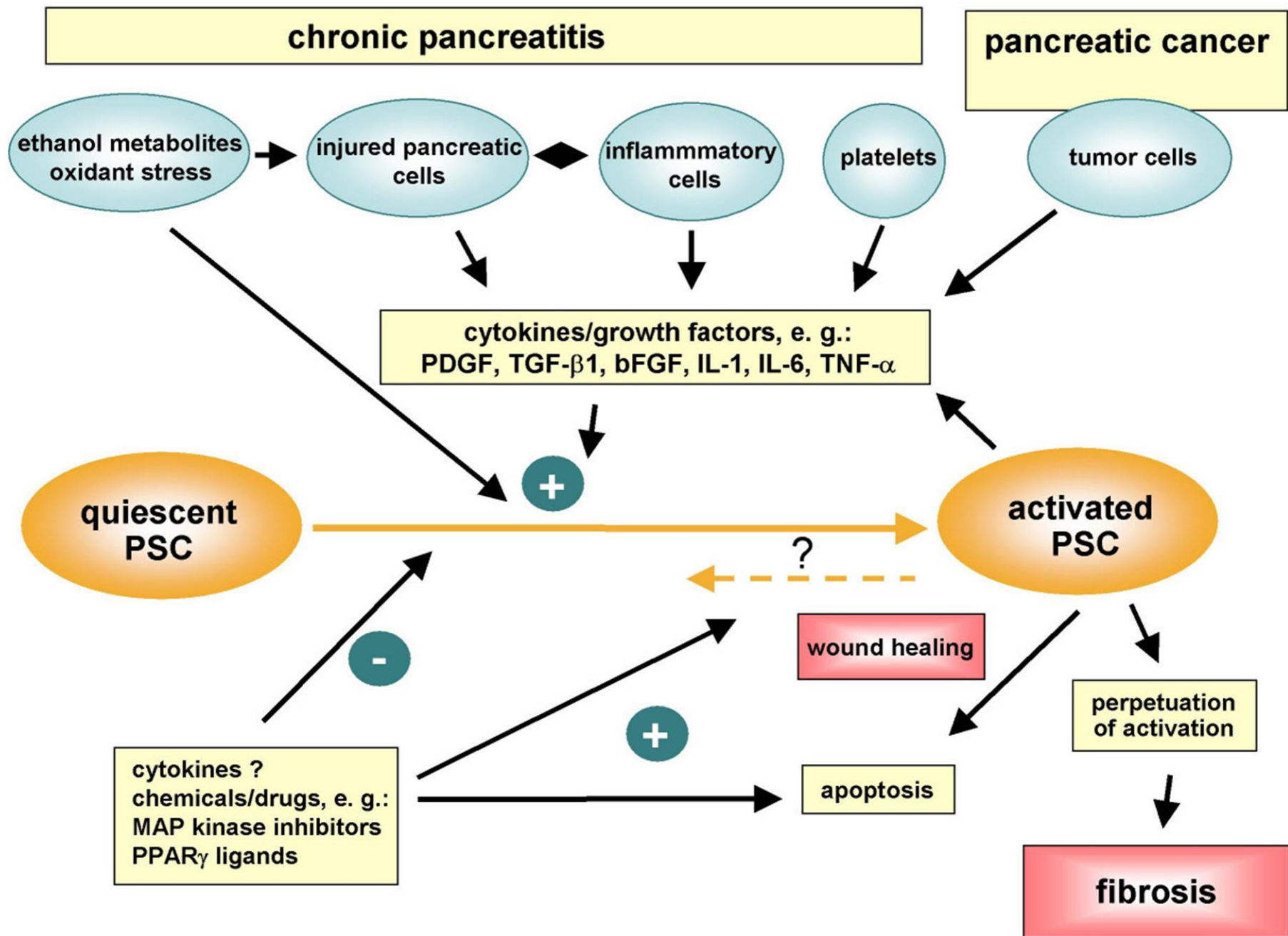


# Chronická pankreatitida

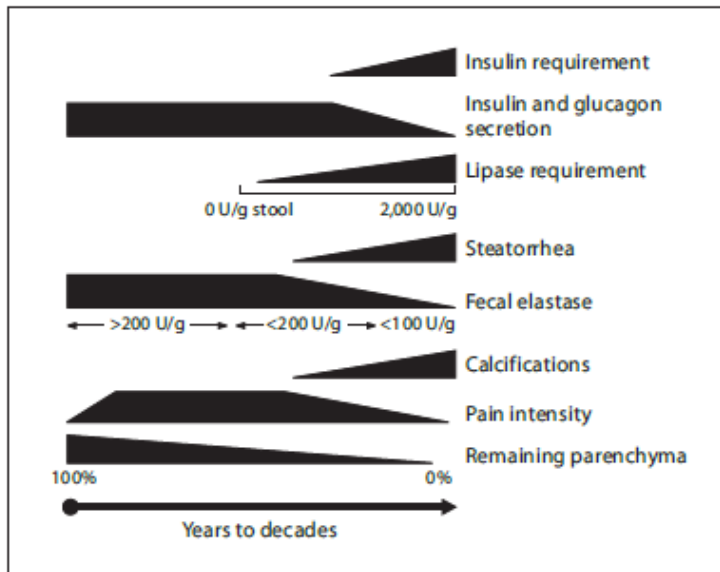
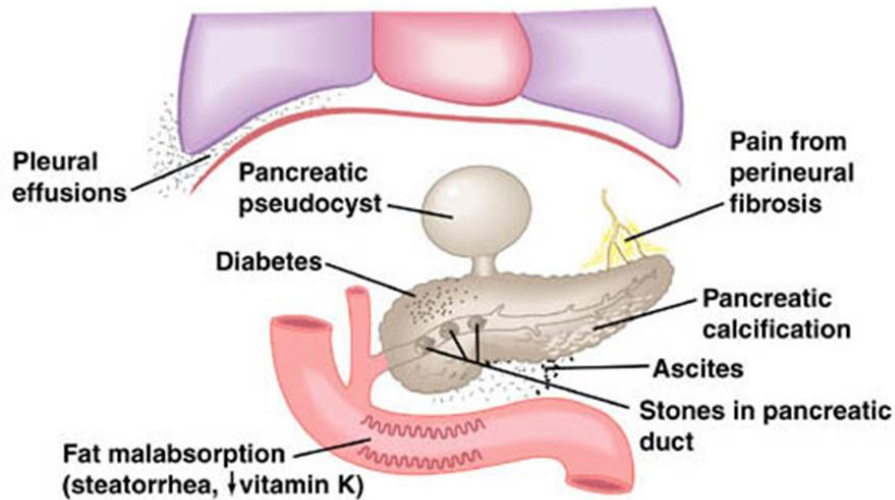
- patogeneze
  - metabolismus alkoholu produkuje toxiny způsobující peroxidaci lipidů a zánět a rovněž zvýšení cytopl. Ca
    - játra → acetaldehyd
    - pankreas → fatty acid ethanol esters (FAEEs)
  - alkohol rovněž zvyšuje viskozitu pankreat. sekretu → precipitace proteinů a obstrukce vývodů
  - zánět stimuluje pankreat. hvězdicové bb. (PSC) k produkci vaziva → fibrotizace žlázy
- klinický obraz
  - forma bolestivá
    - bolest bývá lokalizována do epigastria s propagací do zad, někdy nauzea a zvracení, s pokračováním nemoci se vyvíjí exokrinní insuficience s malnutricí, hubnutím, a endokrinní - diabetes mellitus
  - nebolestivá (přibližně 5 %)







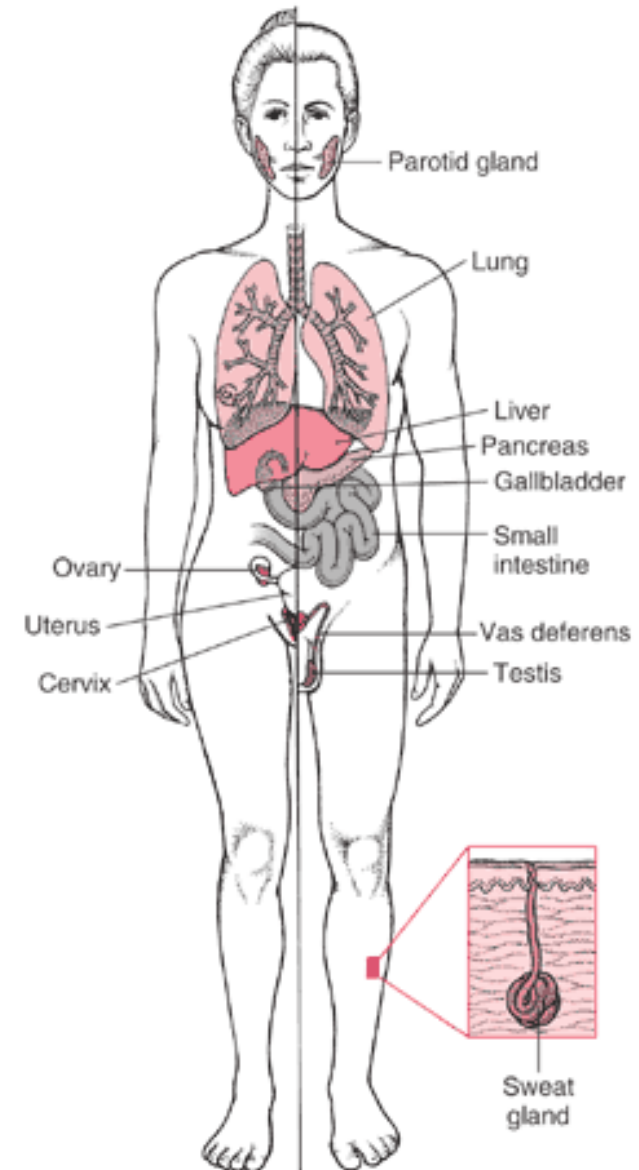
# Chronická pankreatitida



- důsledky - malabsorpce
  - absence lipázy
    - maldigestce a malabsorpce tuků (→ **steatorrhea** průjmy)
    - karence vitaminů rozp. v tucích
  - absence amylázy a peptidáz
    - z větší části nahrazeno žal. a střevními enzymy, malabsorpce cukrů a AK tedy většinou významná není
  - hypokalcémie a hypofosfatémie
    - v důsledku ↓ vit. D
  - deficit vit. B12
    - při deficitu proteáz klesá jeho uvolňování z potravy
  - sekundární **diabetes mellitus**
- komplikace
  - cysty
  - uzávěry vývodů
  - únik šťávy do peritoneální a pleurální dutiny

# Cystická fibróza (mukoviscidóza)

- monogenní (AR) choroba v důsledku mutací v genu pro "cystic fibrosis transmembrane conductance regulator" (CFTR)
  - >600 známých mutací v jedné ze 4 tříd
    - I – defektní protein (předčasné ukončení translace CFTR mRNA)
    - II – zvýšená degradace proteinu v endopl. retikulu (včetně vůbec nejběžnější mutace  $\Delta F508$  ~70%)
    - III – neaktivovatelný kanál
    - IV – aktivovatelný ale porucha transportu
- funkce CFTR
  - kóduje složitý protein tvořící chloridový kanál
  - reguluje ostatní kanály (zejm. Na)
- postihuje zejm.
  - epitel dýchacích cest
    - vazký sekret, omezení dýchání a vykašlávání, živná půda pro infekce (zejm. *Pseudomonas aeruginosa*) → chron. bronchitida, bronchioektazie, pneumonie
  - epitel ve vývodech pankreatu
    - recyklace Cl zapojena v sekreci  $\text{HCO}_3^-$  do pankreatické šťávy → snížením obsahu bikarbonátu vzniká viskózní proteinový sekret ucpávající vývody (chron. pankreatitida)
  - potní žlázy
    - porucha reabsorpce Cl (diagnosticky vysoký obsah Cl v potu)
  - střevo
    - mekoniový ileus novorozenců
  - játra a žluč. cesty
  - pohlavní žlázy



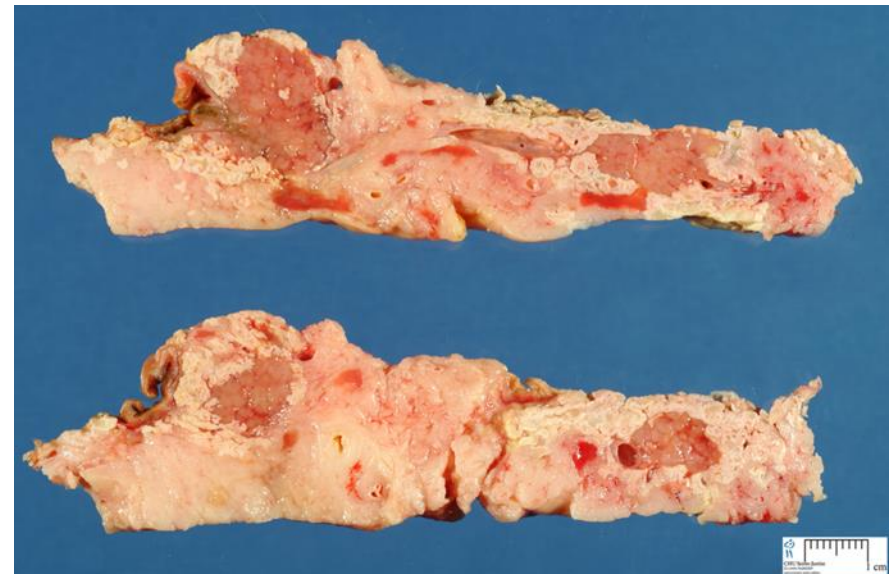
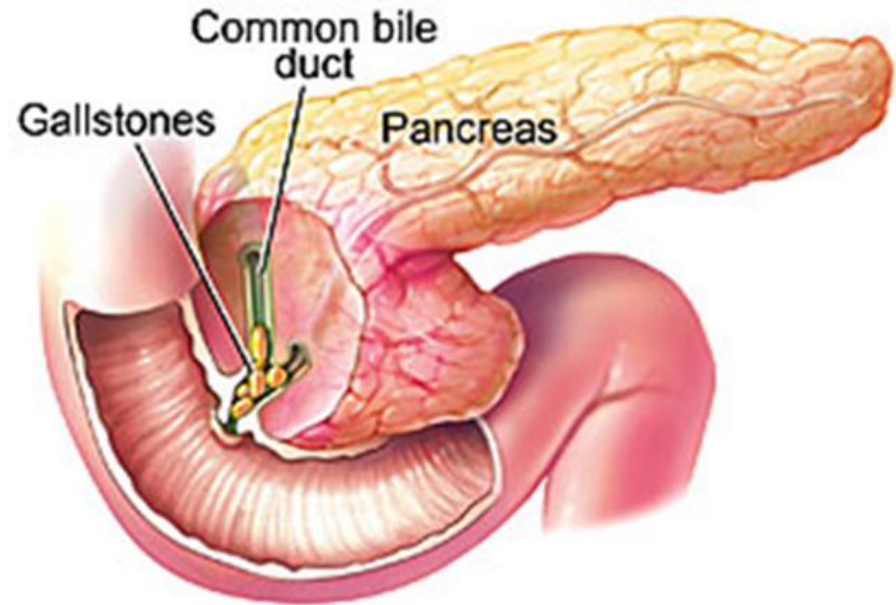
# Akutní pankreatitida

- onemocnění s variabilním morfologickým obrazem a těžko předvídatelným klinickým průběhem (= **náhlá příhoda břšní**)
- základním patogenetickým procesem je akutní autodigestce slinivky vlastními enzymy – **trypsinem** - aktivovanými přímo v žláze, které vyvolávají destrukci okolních, ale i vzdálených tkání
- formy
  - lehká - intersticiální edém žlázy
  - těžká - hemoragicko-nekrotická
    - velmi závažný stav s vysokou mortalitou
- symptomy
  - intenzivní bolest
    - lokalizovaná v epigastriu a levém hypochondriu s propagací nejčastěji do zad
    - bolest je trvalá, špatně reaguje na analgetika
    - někdy ulevuje poloha v předklonu
  - nausea a zvracení
  - meteorismus
  - horečka
  - příp. šokový stav
- diagnostika - laboratorní vyšetření
  - **alfa-amyláza** (event. pankreatický izoenzym)
    - zvýšena trojnásobně a více v krvi, přítomná i v moči
    - stoupá i při jiných onemocněních (biliární záněty a obstrukce, apendicitida, gynekologická onemocnění, renální insuficience, makroamylazémie, onemocnění slinných žláz včetně parotitidy)
  - **lipáza** (pro pankreas specifičtější)



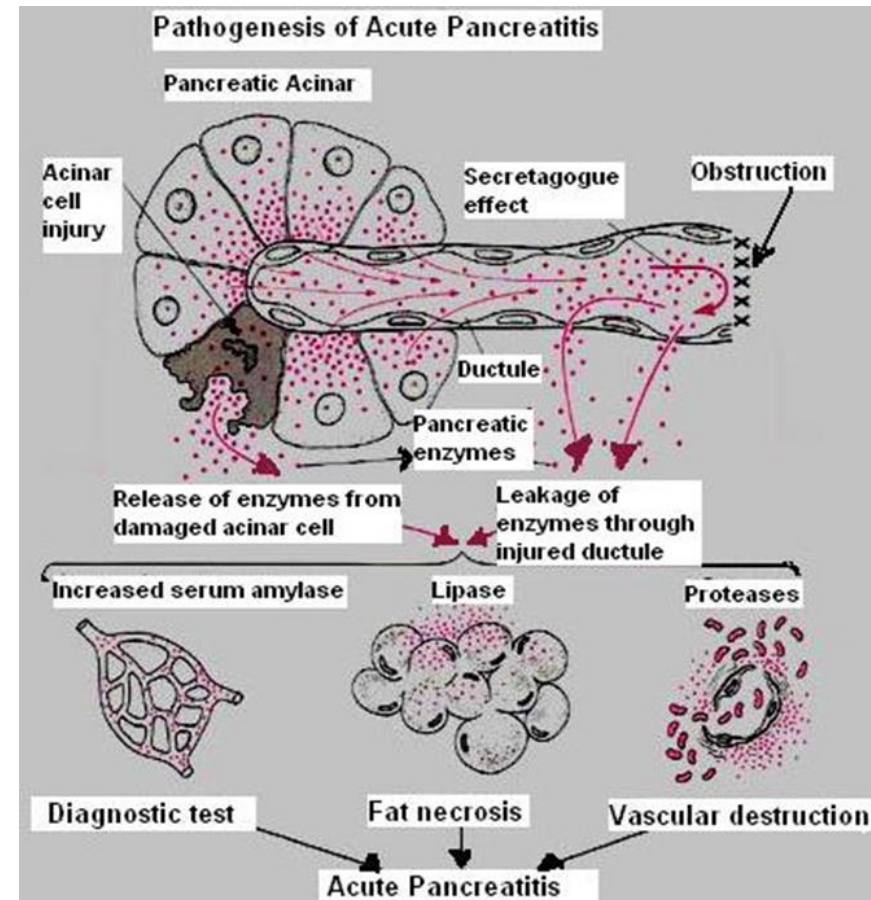
# Akutní pankreatitida - etiologie

- biliární (60-80%)
  - zaklínění žluč. kamene ve spol. ductu nebo papile a násl. zvýšení tlaku v pankreat. ductu
- alkohol (20-30%)
  - relaxace Oddiho svěrače
  - reflux stř. obsahu a žluče do pankreatického vývodu a aktivace enzymů (cathepsin B při nízkém pH)
- idiopatická (10%)
- ostatní
  - trauma břicha
  - infekce (HUS)
  - hypertriglyceridémie
  - hyperkalcemie
  - léky



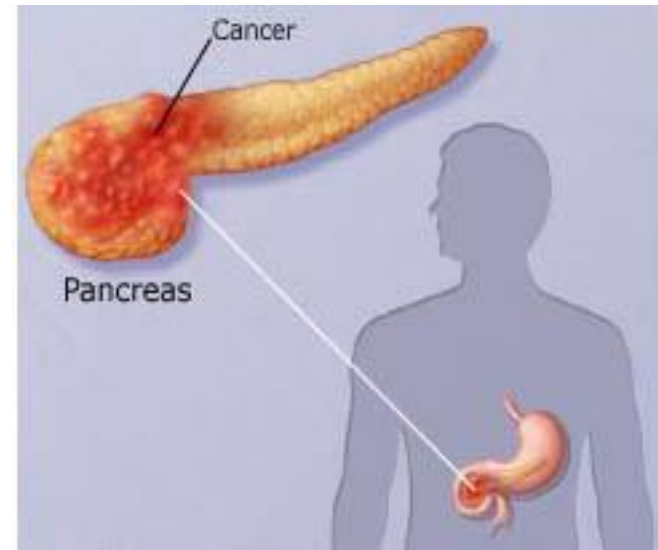
# Akutní pankreatitida - patogeneze

- intracelulární (v acin. bb.) a extracelulární (v duktech) **aktivace trypsinogenu na trypsin** a následně
  - ostatních **enzymů** – chymotrypsin, elastáza, fosfolipáza a karboxypeptidáza
  - **komplementu**
  - **kininového** systému
- překonání ochranných mechanismů – **anti-proteáz** (SPINK1,  $\alpha$ 1 anti-trypsin aj.)
- lokálně autodigesce žlázy a okolí
  - edém, hyperemie, hypoxie žlázy
  - C5 chemoatrakce a infiltrace PMN → zánět a uvolnění cytokinů
  - elastáza štěpí elastin cévních stěn → hemoragie žlázy a průnik do cirkulace a poškození systémové cirkulace
  - lipolýza tkáně pankreatu prostřednictvím pankreat. lipázy a fosfolipázy A2
- systémové důsledky
  - SIRS
  - ARDS (fosfolipáza → lecitin → surfaktant)
  - šok
  - ak. renální selhání

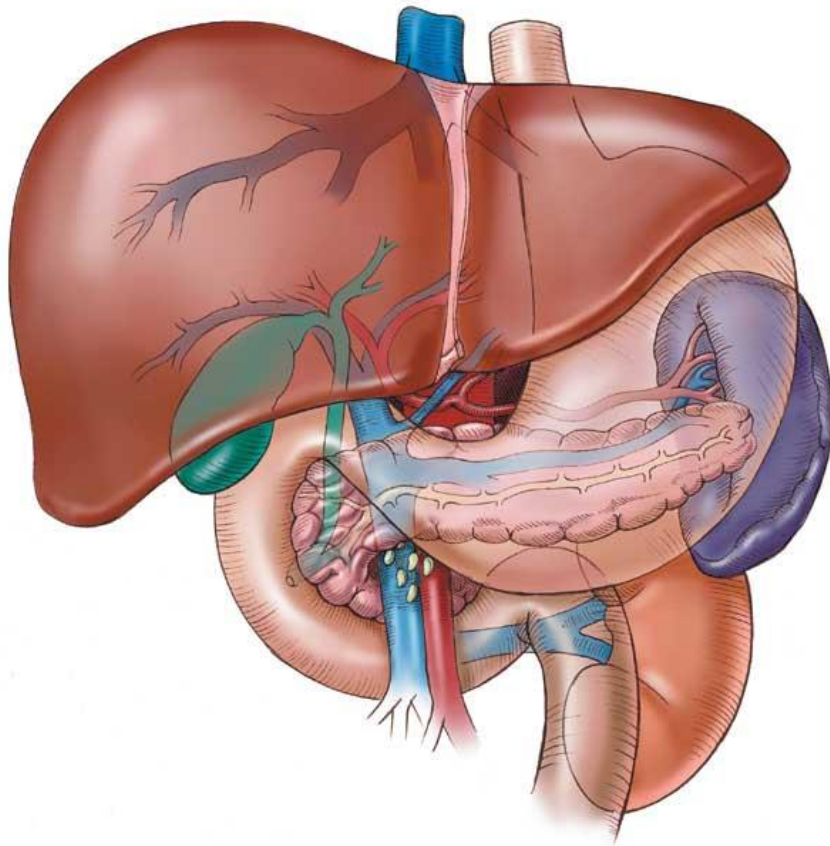


# Nádory pankreatu

- nádory exokrinního pankreatu - nejčastěji adenokarcinom
  - ↑riziko
    - kuřáci
    - dieta s vysokým obsahem tuku a masa,
    - alkoholická i nealkoholická chron. pankreatitida
    - genetické faktory
  - lokalizace
    - typicky hlava a tělo, méně kauda pankreatu
  - příznaky
    - obstrukční ikterus (útlakem žlučového)
    - pankreat. insuficience
    - tromboflebitidy
  - velmi špatná prognóza
    - 5 let přežívá pouze 0,5-2 % nemocných. Incidence trvale stoupá, nyní je okolo 10 na 100 000. V České republice je osmým nejčastějším nádorovým onemocněním s výskytem 1400 nových případů ročně, incidence stoupá s věkem, většina nemocných je starší 60 let, častěji jsou postiženi muži
- nádory z endokrinního pankreatu
  - nefunkční
  - funkční
    - inzulinom (hypoglykémie)
    - gastrinom (Zollinger-Ellisonův syndrom)
    - VIPom (průjmy, hypokalémie)
    - karcinoid



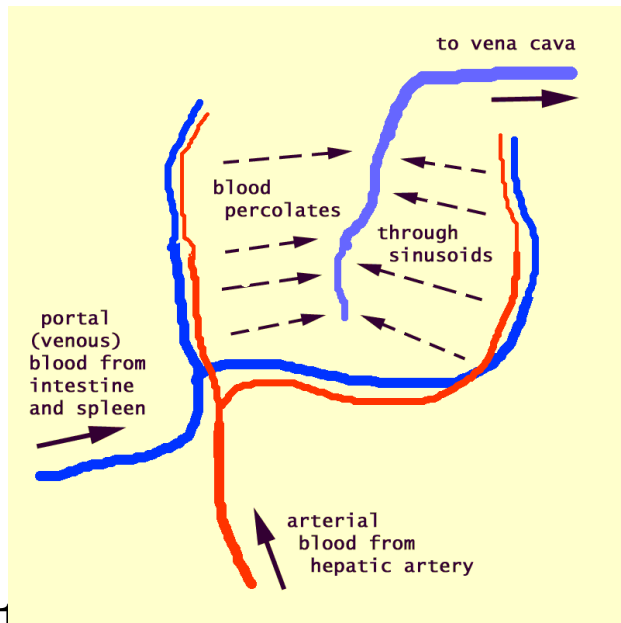
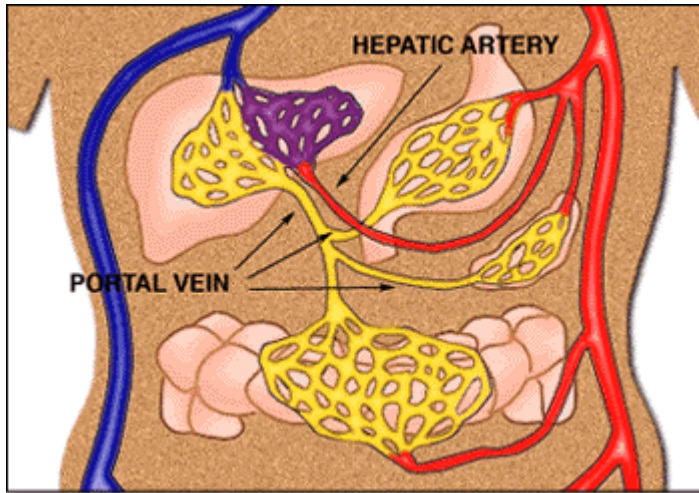
# Anatomie a histologie jater



- játra (hepar) ~1.5kg
- 2 laloky (sin. a dx.) rozděleny ligamentem
- jaterní parenchym má charakteristickou stavbu
  - zákl. morfologickou jednotkou je jaterní lalůček (lobulus)
    - lalůček centrální vény
    - periferně portobiliární "trias"
  - zákl. funkční jednotkou je jaterní acinus
    - část tkáně zásobená odstupky jedné cirkumlobulární vény
- funkce jater
  - komplexní metabolické funkce
    - sacharidy
      - glykogensyntéza, glykogenolýza, glukoneogeneze
    - tuky
      - vychytávání lipoproteinů, syntéza cholesterolu, syntéza TG
    - proteiny
      - trans- a de-aminace AK, proteosyntéza (albumin, srážecí faktory)
  - tvorba žluči
  - metabolismus hemu
  - biotransformace, detoxifikace
    - hormony, léky, cizorodé látky, amoniak ze střeva
  - skladování vitaminů a stopových látek

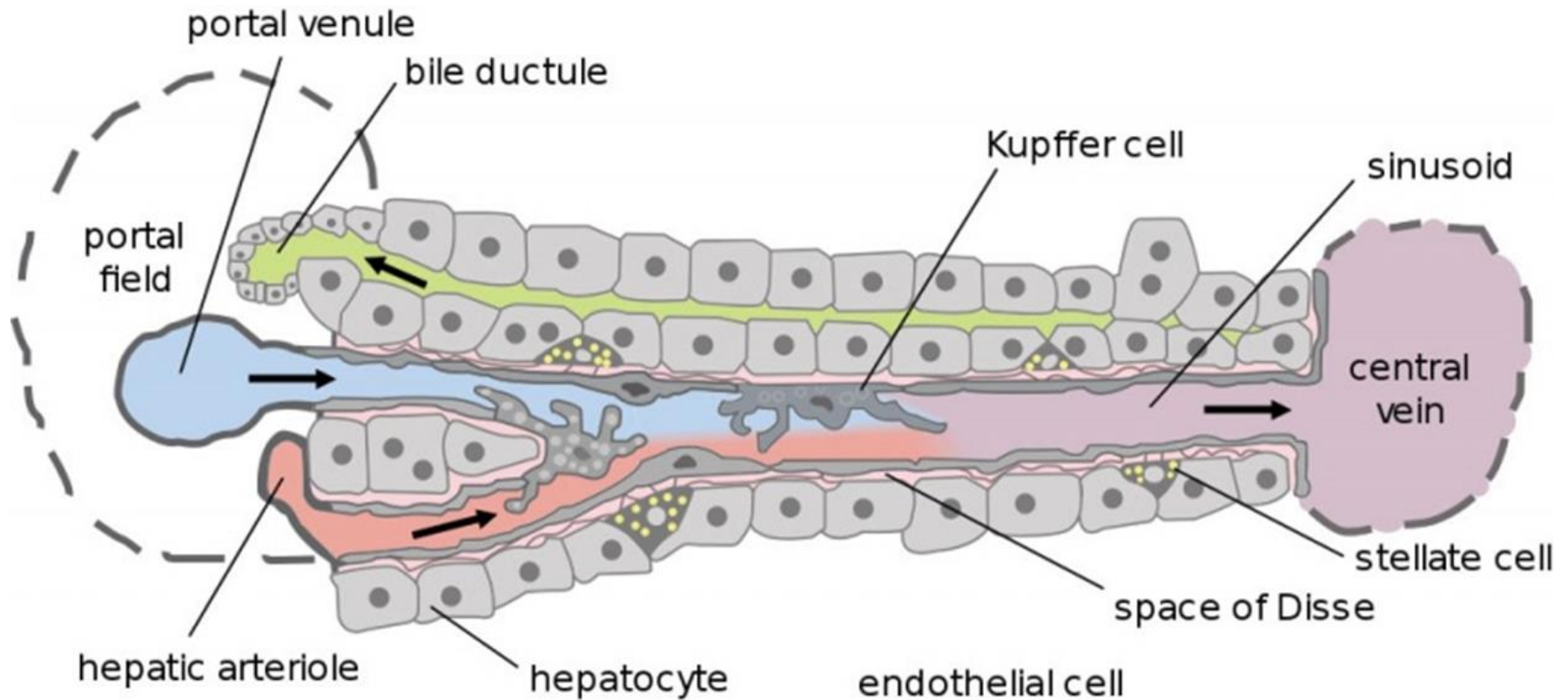


# Krevní zásobení jater



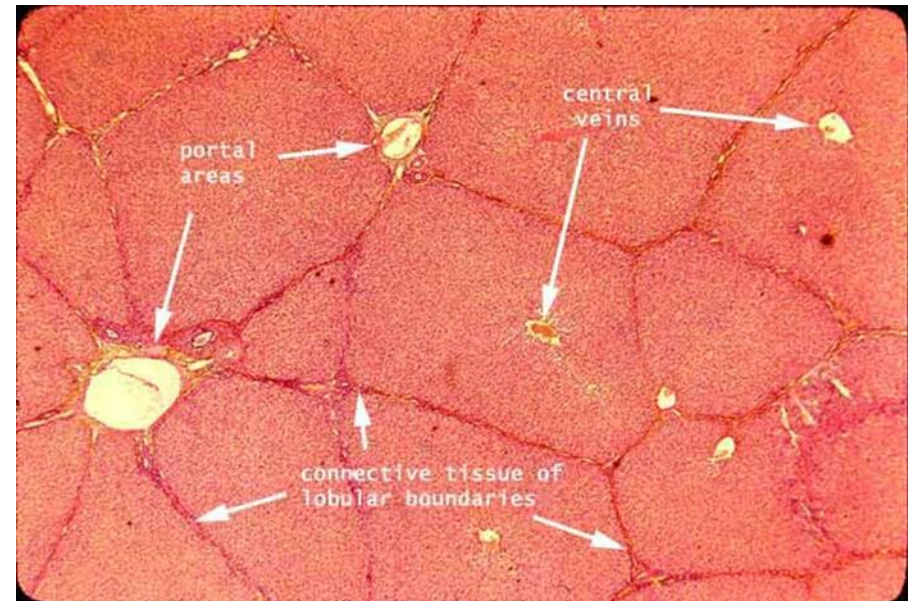
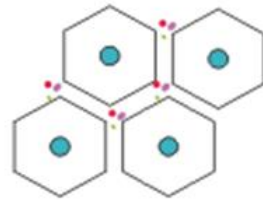
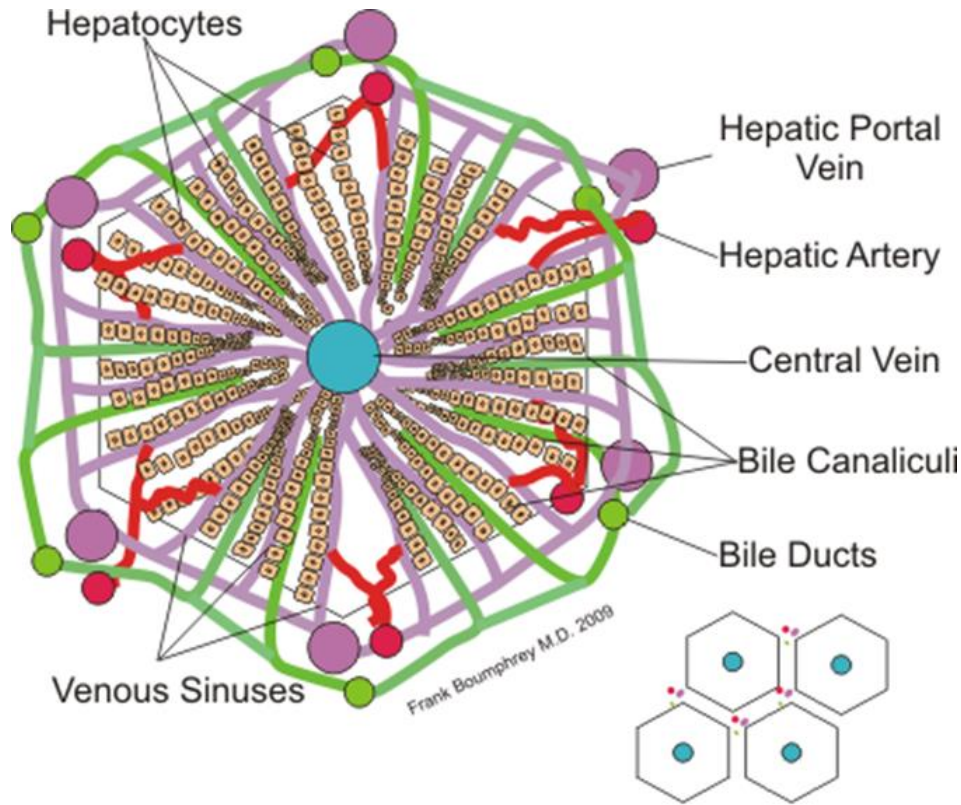
- v. portae (80% přítoku)
  - krev se splachniku (funkční zásobení)
    - kapilární síť žaludku, střeva, pankreatu a sleziny se stéká v portální vėně
    - její větve obtékají jaterní lalůčky (v. interlobulares a circumlobulares)
    - vstupují do nich jako jaterní sinusoidy
    - sinusoidy se spojují v centrální žíly
- a. hepatica (20% přítoku)
  - větev truncus coeliacus (nutriční zásobení)
    - vlévají se rovněž do sinusoid a poté do centrální vėny
- v. hepatica
  - drenáž z jater
    - centrální žíly se spojují v pravou a levou jaterní žílu, která ústí do dolní duté žíly

# Krevní zásobení jater

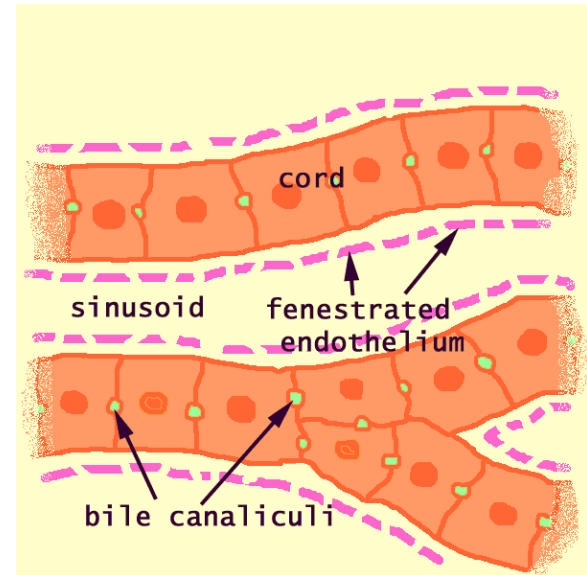
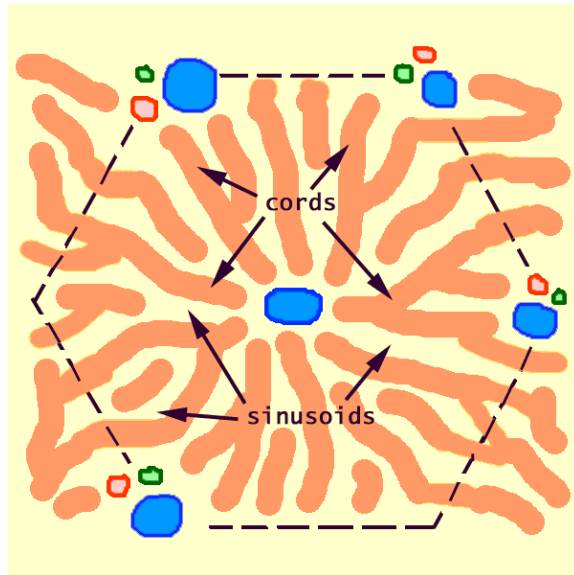
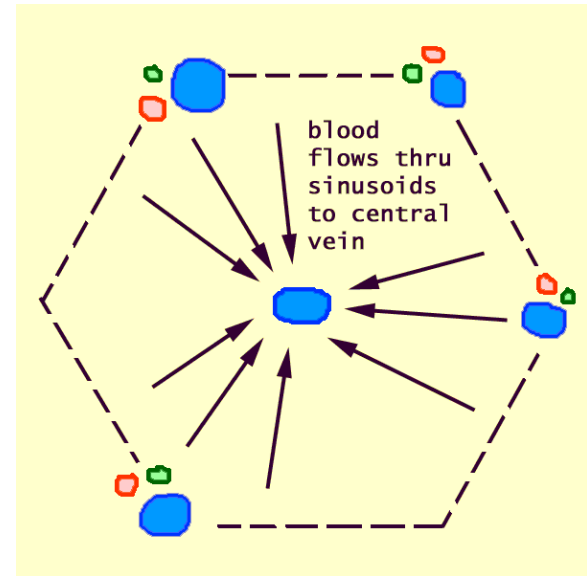
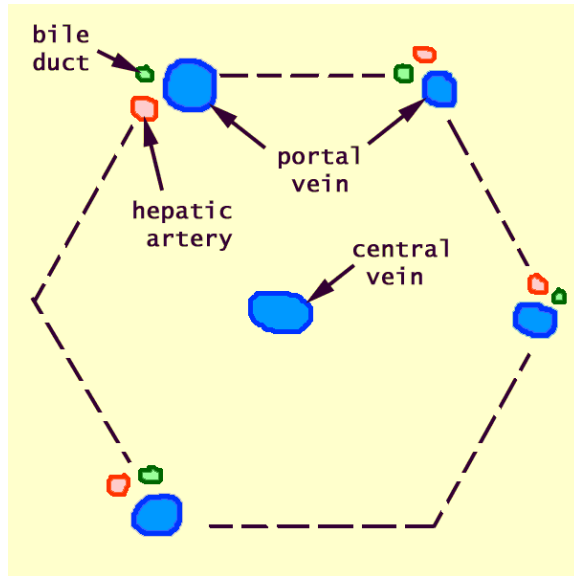


- duální zásobení jater krví - detail
  - v. portae
  - a. hepatica

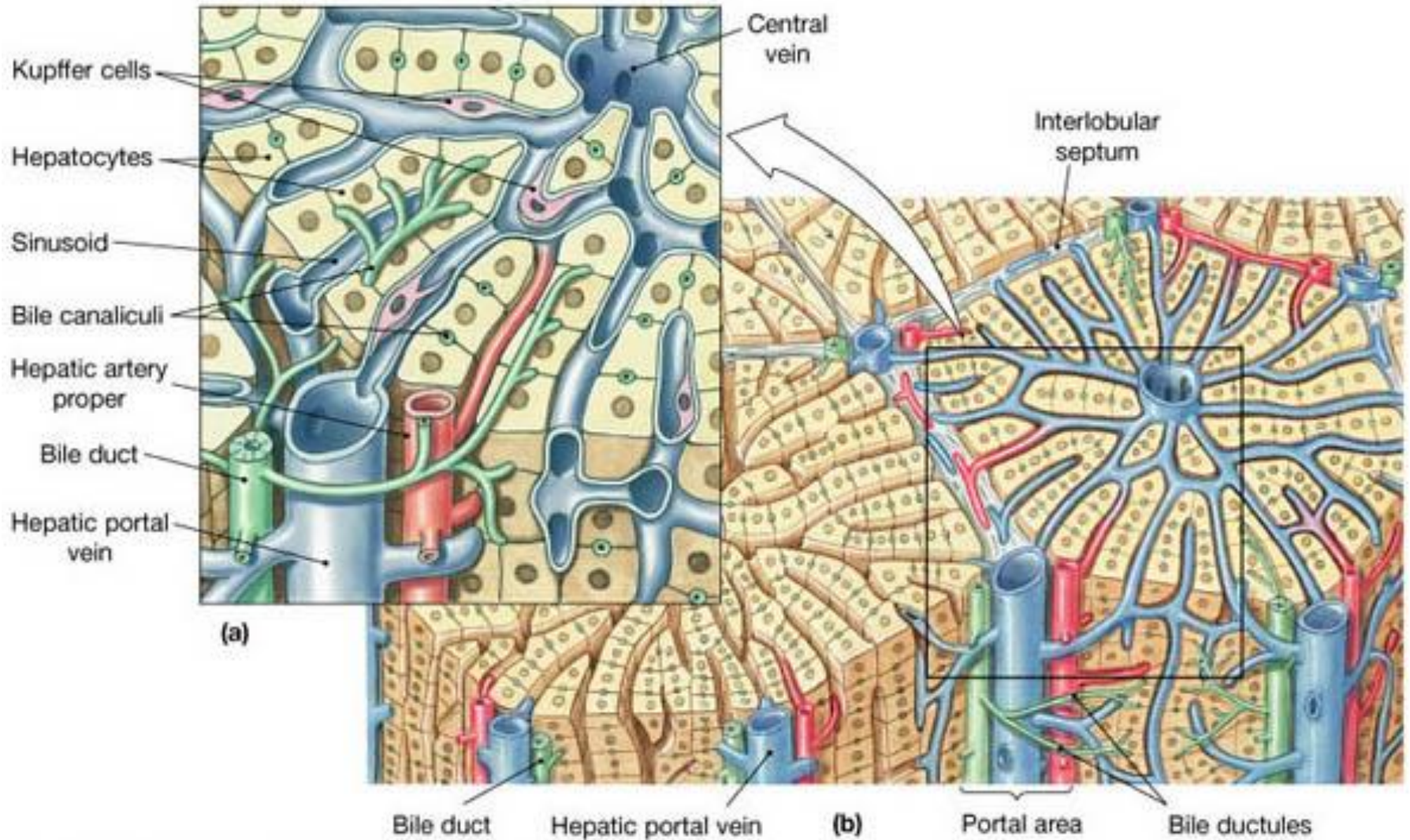
# Jaterní lalůček



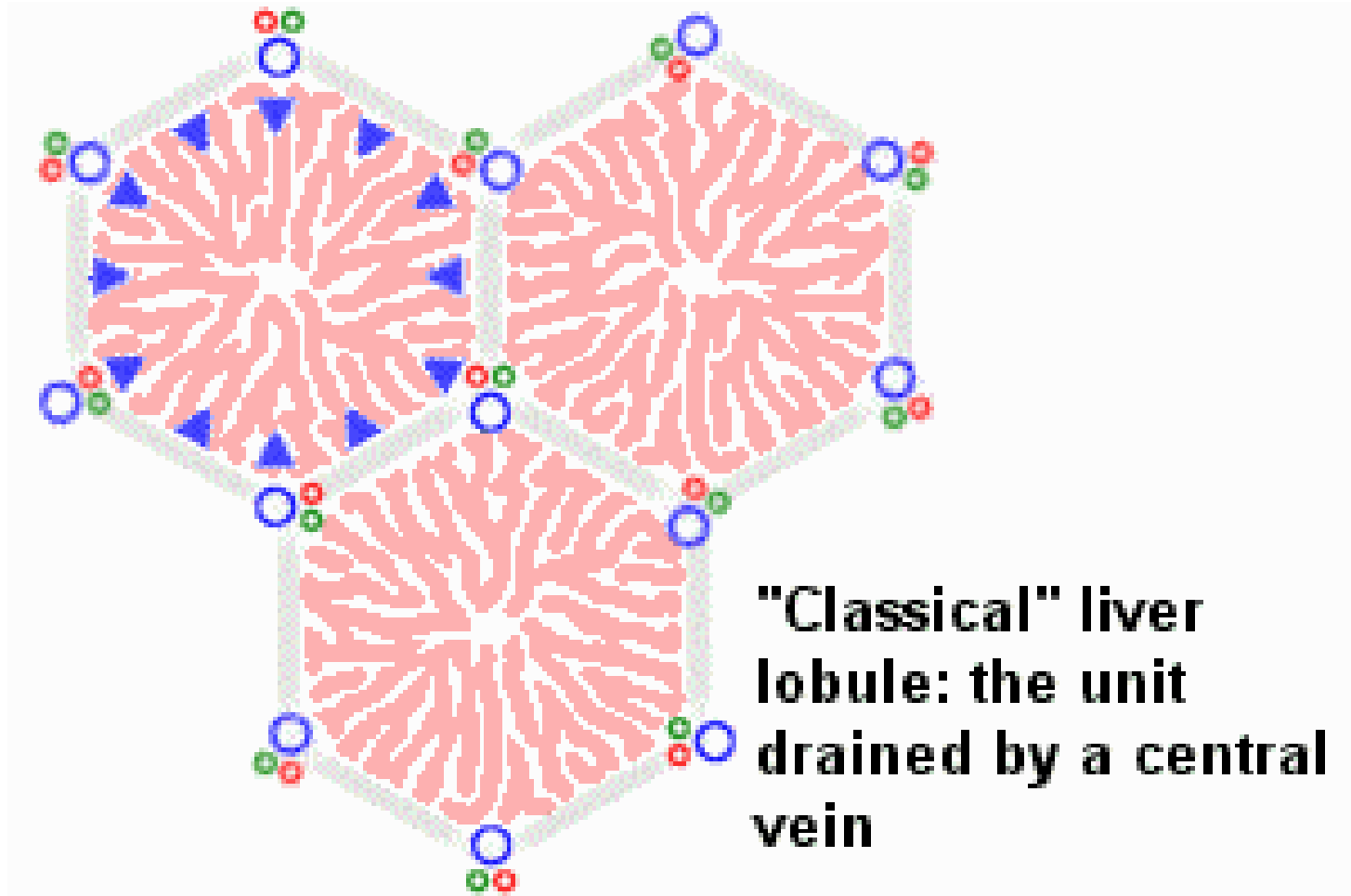
# Jaterní lalůček schématicky



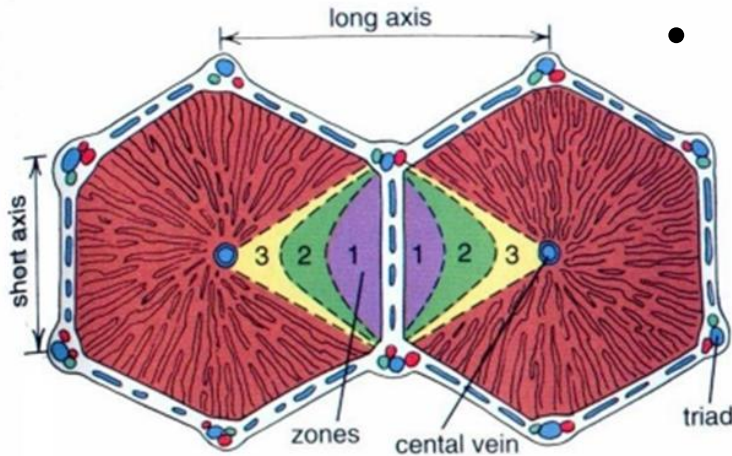
# Jaterní lalůček 3-D



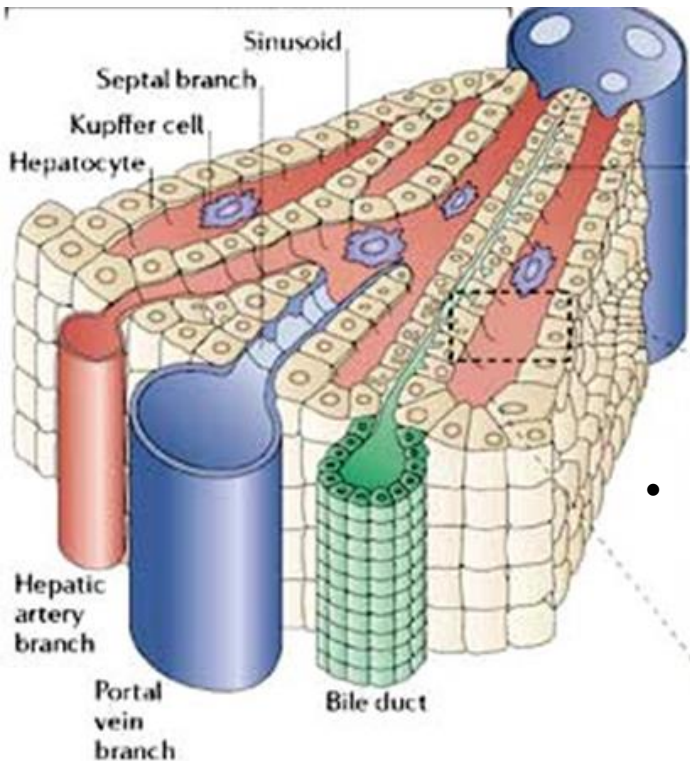
# Jaterní a portální lalůček vs. jaterní acinus



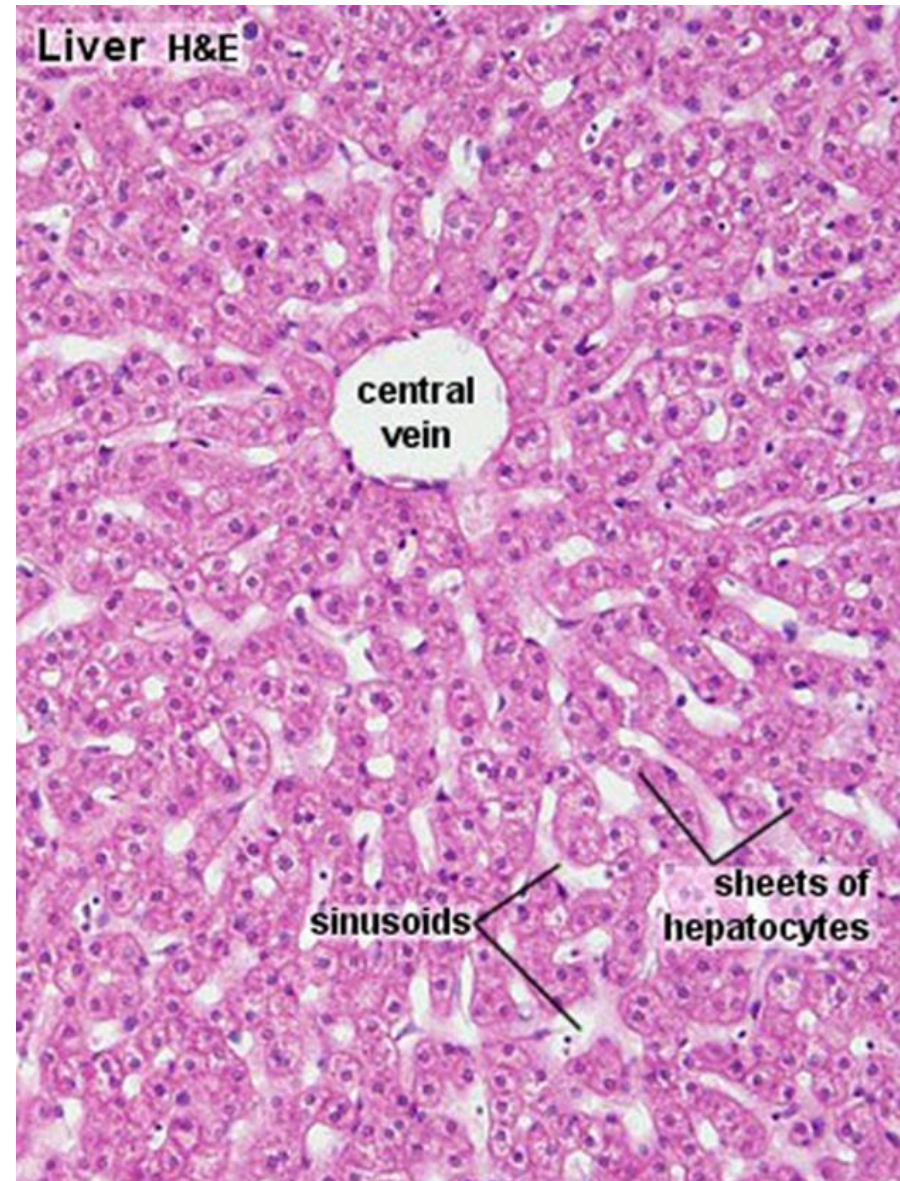
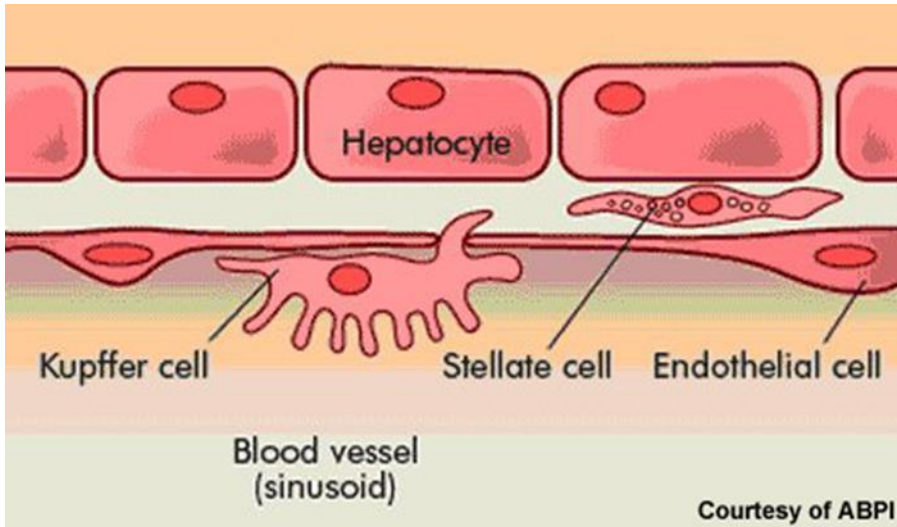
# Koncept jaterního acinu



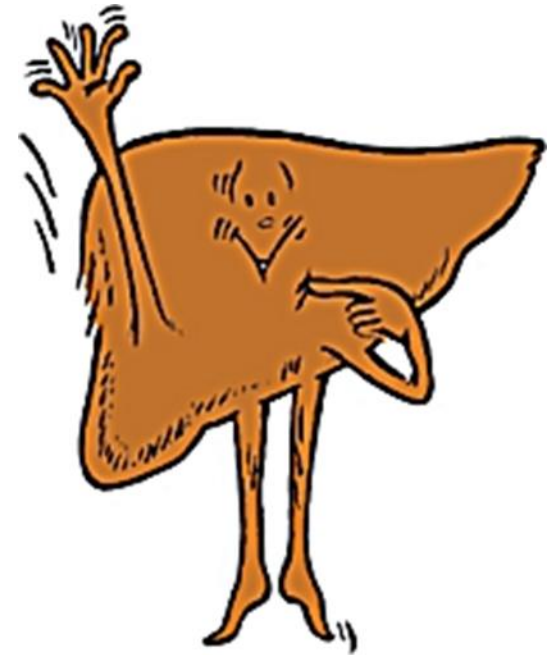
- lépe vysvětluje
  - funkční sub-specializaci hepatocytů (zóny 1, 2 a 3 podle tlak. a kyslíkového gradientu)
  - histopatologické nálezy u jaterních onemocnění a poškození
    - zóna 1 (periportální) – nejvyšší tenze kyslíku
      - zpracování amoniaku a produkce urey
      - ox. fosorylace a glukoneogeneze
      - místo poškození přímými hepatotoxiny
    - zóna 2
      - proteosyntéza
    - zóna 3 (perivenulární)
      - anaerobní glykolýza a lipogeneze
      - místo poškození toxiny, které jsou aktivní teprve po metabolizaci (např.  $\text{CCl}_4$ )
      - náchylnost k ischemii
        - první lokalizace nekrotizace při syst. hypoxii nebo šoku
      - první lokalizace biliární obstrukce při intrahepatální cholestáze
- zonalita jaterního parenchymu také vysvětluje, proč různá **jaterní onemocnění v pokročilé fázi nemají homogenní obraz** jaterního selhání, ale některé funkce mohou být postiženy více než jiné



# Hepatocyty, jaterní sinusoidy



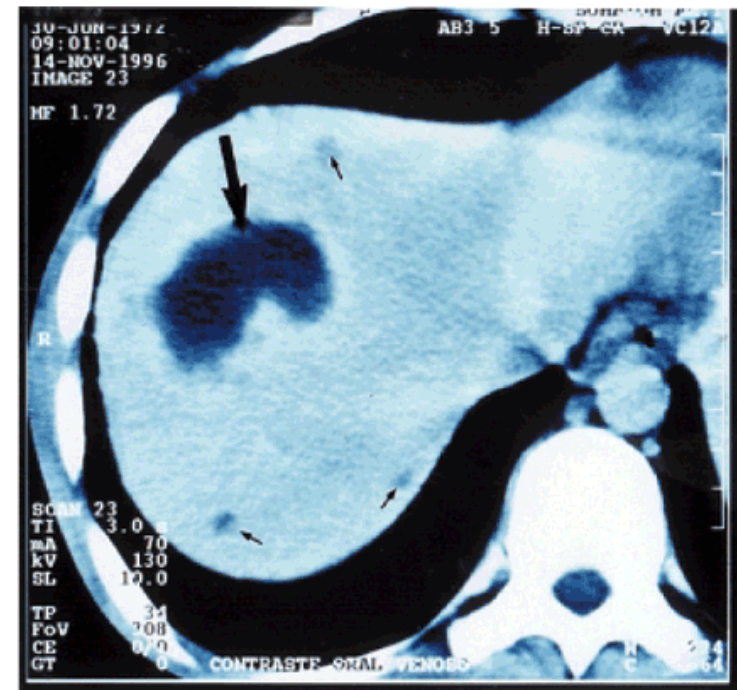
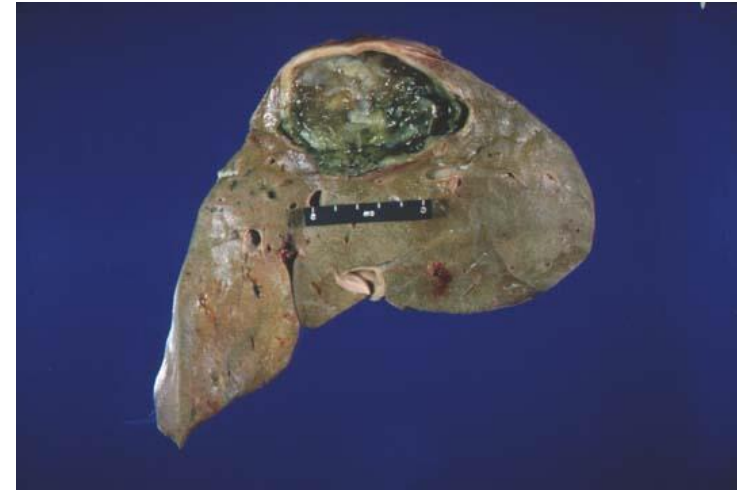




# NEMOCI A POŠKOZENÍ JATER

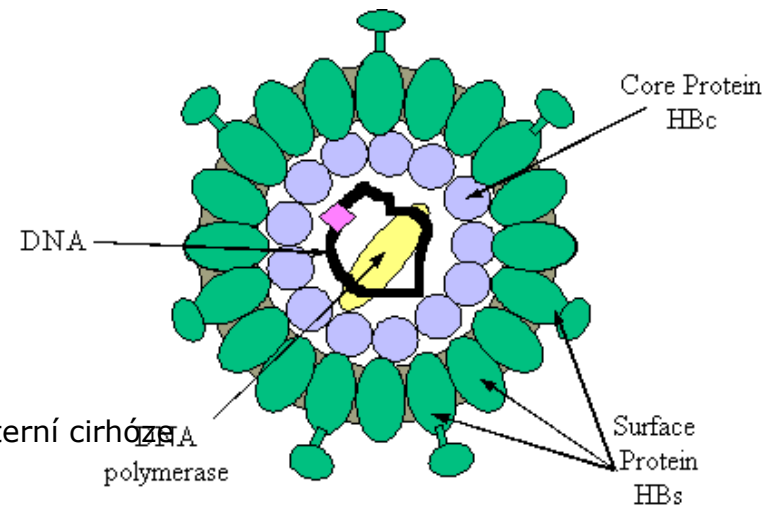
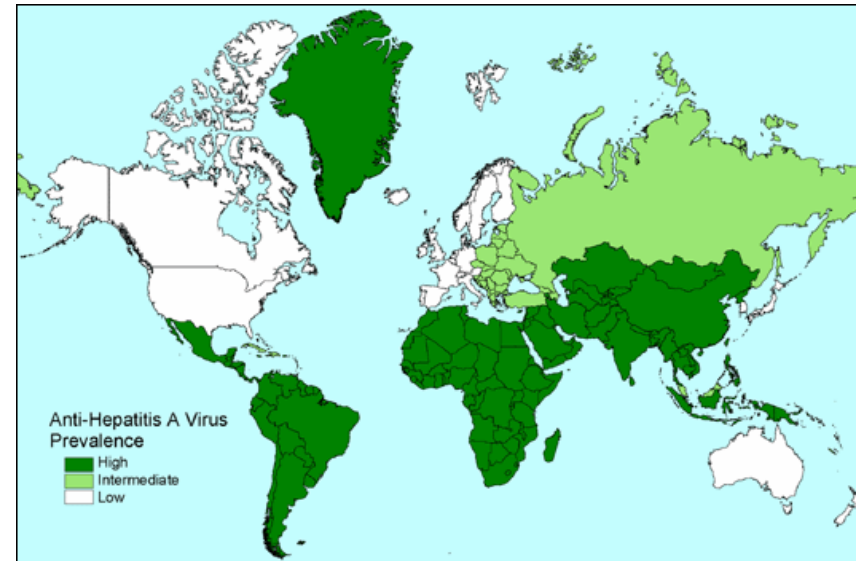
# Etiologie poškození jater

- infekce
  - virové
    - viry hepatitid (nejč. HAV, HBV, HCV)
    - inf. mononukleóza (EBV)
  - bakteriální
    - leptospiróza
  - parazitární
    - echinokokóza
      - celosvětově, Evropa obl. Středozemního moře
    - schistosomiáza (= bilharzióza)
      - Afrika, J. Amerika, Karibská oblast, JV Asie
    - malárie
- toxicky
  - alkohol
  - faloidin (*Amanita faloides*)
  - léky (např. paracetamol)
  - chemikálie
- autoimunitní
  - autoimunitní hepatitida
  - prim. biliární cirhóza
- metabolické poruchy
  - heredit. hemochromatóza
  - Wilsonova choroba
  - porfyrie
  - glykogenóza
- nádory
  - primární (nejč. hepatocelulární karcinom)
  - metastázy



# Inf. zánět jater - hepatitida

- průběh
  - akutní
    - vyhojení bez následků
    - fulminantní průběh vedoucí k jaternímu selhání
  - chronický
    - pouze persistence infekce (nosiči)
    - nekrotizace parenchymu a progresse do cirhózy
- virové hepatitidy
  - hepatitida A (HAV – RNA virus)
    - akutní průběh
    - virus přímo cytotoxický
    - epidemická
    - fekálně-orální přenos (vakcinace)
  - hepatitida B (HBV – DNA virus)
    - přenos krevní cestou (parenterální) a STD
    - průběh
      - virus není cytotoxický, poškození je výsledkem reakcí imunitního systému
      - akutní bez následků
      - v 10% případů přechází do chronicity
        - buď jen HBsAg pozitivní nosiči
        - nebo aktivní proces vedoucí k fibróze a cirhóze)
  - hepatitida C (HCV – RNA virus)
    - přenos krevní cestou (parenterální) a STD
    - akutní stadium se typicky neprojeví
    - až v 80% případů přechází do chronicity - může vést k jaterní cirhóze



# Hepatitis Viruses



Virus Family	Hepatitis A Picornavirus	Hepatitis E Calicivirus	Hepatitis B Hepadnavirus	Hepatitis C Flavivirus	Delta virus Satellite virus (only in combination with HBV)
<b>Commonality</b>	All generate conditions of illness in the liver				
<b>Symptoms (acute)</b>	All the same – malaise, dark urine, anorexia, nausea, vomiting, jaundice				
<b>Transmission</b>	Enteric (food and water)		Sex, blood and close contact		
<b>Chronic condition</b>	No	No	Yes	Yes	Yes
<b>Virus genome</b>	+ss RNA	+ss RNA	DNA with reverse transcriptase activity	+ss RNA	-ss RNA
<b>Virus antigens</b>	HA Ag	HEV ORF2 proteins	HBsAg HBcAg HBeAg	Many – core E1 E2 NS3	Delta antigen
<b>Incubation</b>	1 month (15 – 50 d)		4 months (45 – 160 d)	2 months (15 – 150 d)	1 – 2 months
<b>Current therapeutics</b>	No specific treatment	No specific treatment	Interferon alpha, Lamivudine, Adefovir, Etecavir	Interferon alpha + ribavirin, Pegylated Interferon	Follow HBV therapy
<b>Vaccines available?</b>	Yes Havrix (GSK) Vacta (Merck)	No	Yes Engerix-B (rHBsAg) GSK Recombivax B (Merck)	No	Can be prevented by vaccination against HBV

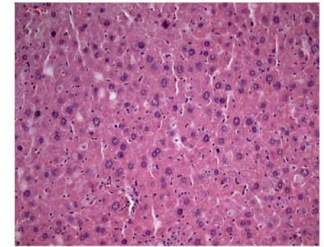
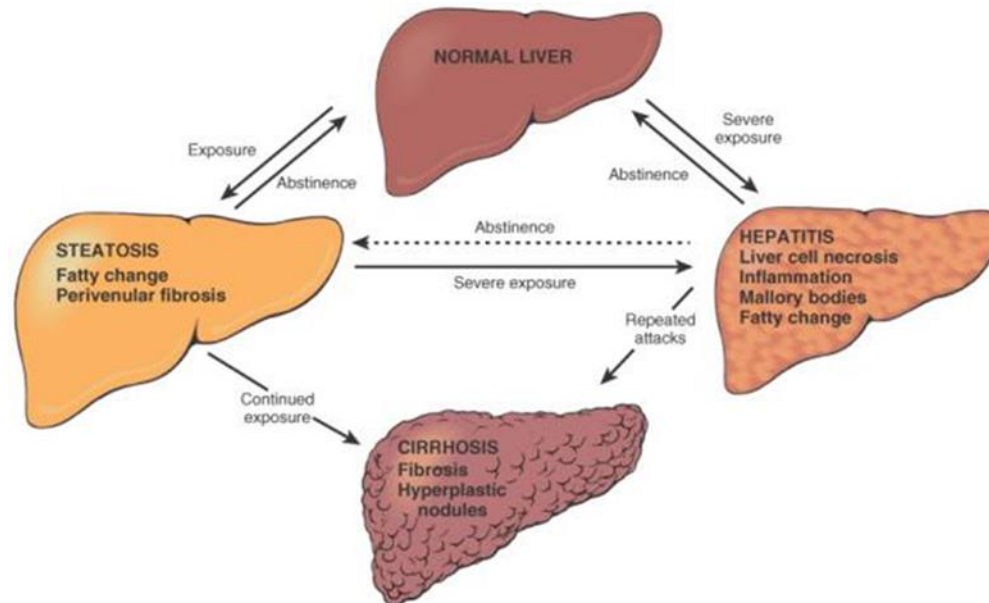
# Reakce jater na poškození



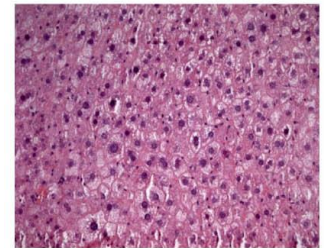
*(Painting: Christian Griepenkerl's  
Prometheus Tortured by the Eagle, 1800's)*

# Reakce jater na poškození

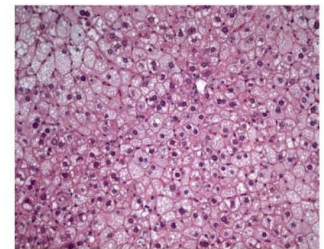
- játra reagují několika způsoby, přičemž reakce mohou být stejné u různých etiologií
  - při lehčím stupni se mění metabolická aktivita hepatocytů, může se hromadit tuk (= **steatóza**)
  - steatóza se známkami zánětu se nazývá **steatohepatitida**
  - závažnější poškození vede k zániku bb., avšak játra mají značnou regenerační schopnost
  - dlouhodobé poškození vede k produkci vaziva za periportálních oblastí (= **fibróza**)
  - kombinace intenzivní nekrózy, fibrózy a regenerace tkáně, která mění architekturu lalůčku se nazývá **cirhóza**



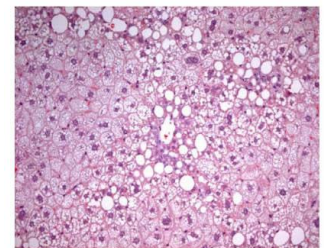
B



C



D



# Iniciální (reverzibilní) poškození

## • **steatóza (S)**

- normálně podíl tuku (TAG) v hepatocytech <5%
  - histologicky malokapénková nebo velkokapénková
- příčiny
  - nadměrný přívod potravou nebo lipolýzou v tuk. tkáni (inz. rezistence)
  - zvýšená endogenní syntéza
  - snížené odbourávání v játrech
  - kombinace
- samotná steatóza není pro játra škodlivá (někteří ji dokonce považují za protektivní mechanismus), ovšem **vytváří substrát pro zvýšenou peroxidaci lipidů při oxidačním stresu**

## • **steatohepatitida (SH)**

- kromě S přítomny i nekrózy, známky zánětu a fibrotizace
- závažnější než prostá S (která je reverzibilní při odstranění vyvolávajícího činitele)
- může progredovat do fibrózy či cirhózy
- na přechodu S do SH se účastní další faktory jako oxidační stres, endotoxin, imunitní systém, nutrice aj.

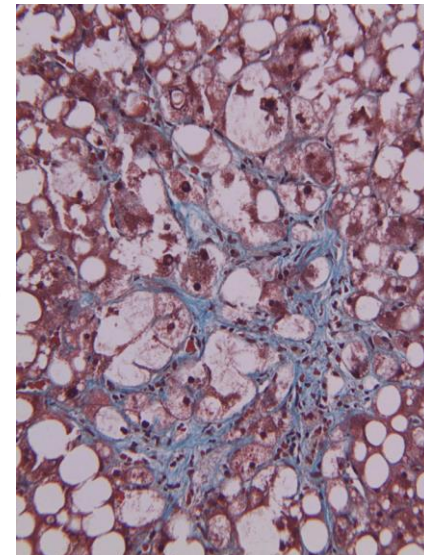
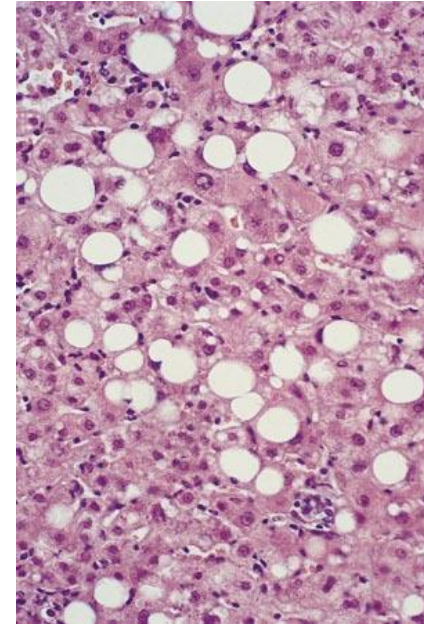
## • etiologie S a SH

### • **alkoholické**

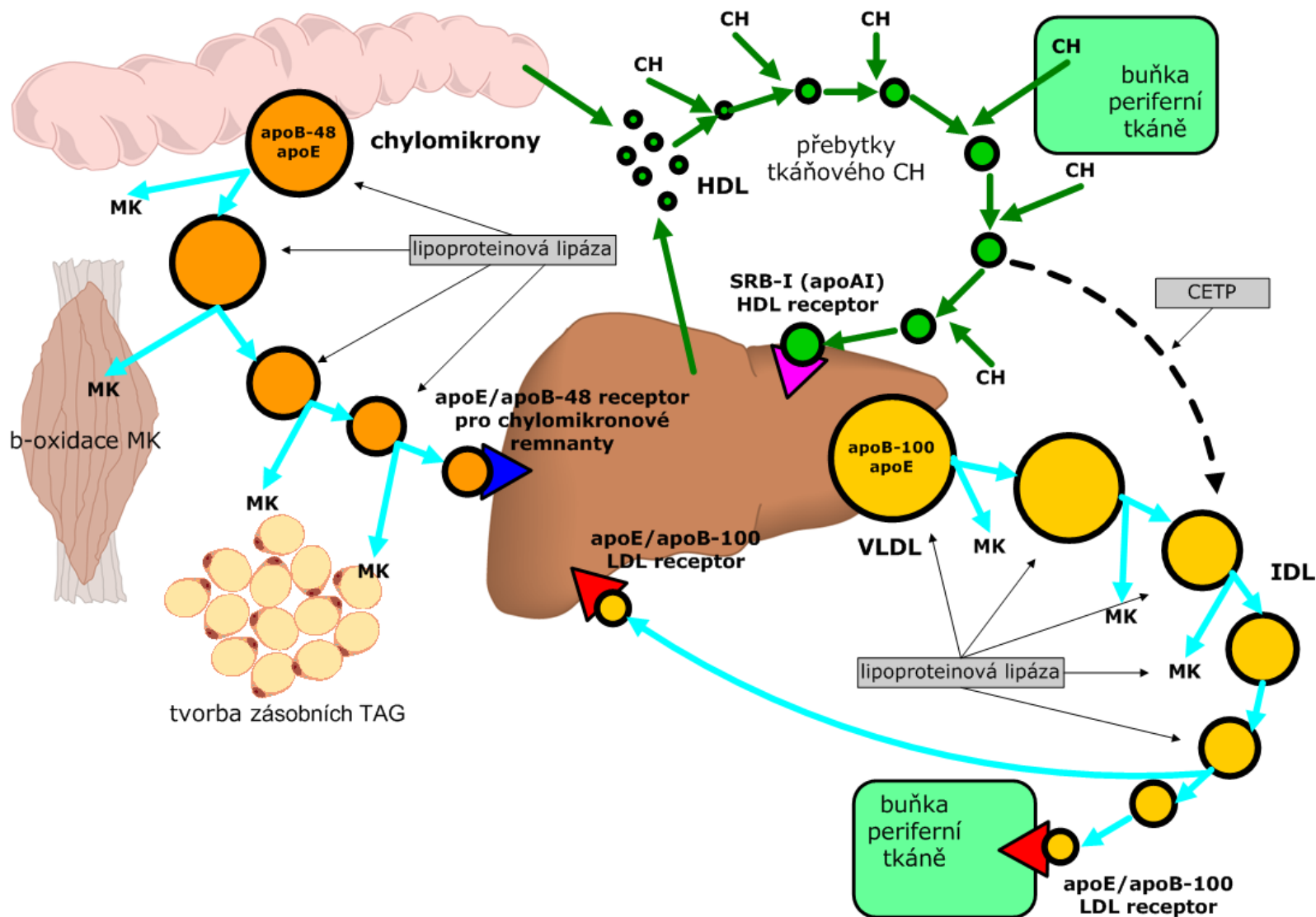
- energetický obsah alkoholu
- změny intermediárního metabolismu
  - inhibice  $\beta$ -oxidace
  - $\uparrow$  NADH a acetyl-CoA ( $\uparrow$  syntéza MK)

### • **non-alkoholic fatty liver disease (NAFLD) a steatohepatitis (NASH)**

- součást syndromu inzulínové rezistence
  - $\uparrow$  lipolýza v tuk. tkáni –  $\uparrow$  dodávka MK játrům
  - $\uparrow$  peroxidace lipidů a ox. stres pro hepatocyty
  - hyperinzulinémie podporuje syntézu MK a TAG v játrech
  - zároveň je při inz. rezistenci zvýšená lipolýza v tuk. tkáni a tedy dodávka MK játrům (konverze do TAG ve VLDL a část zůstává v hepatocytech)



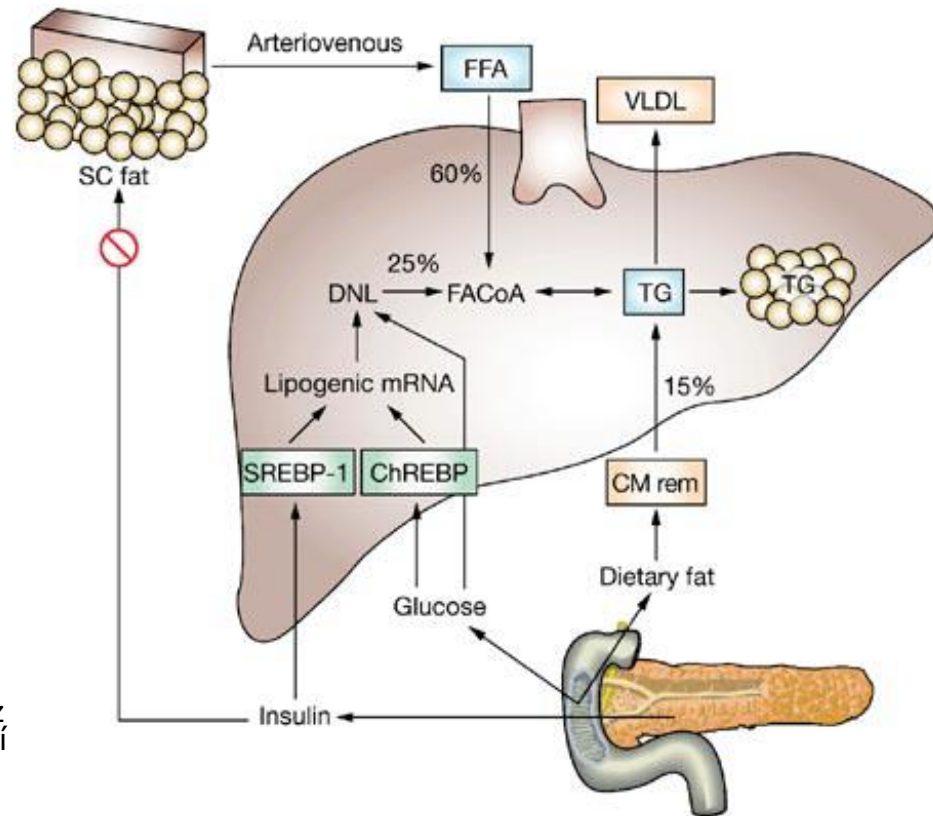
# Centrální úloha jater v metabolismu TAG a CH





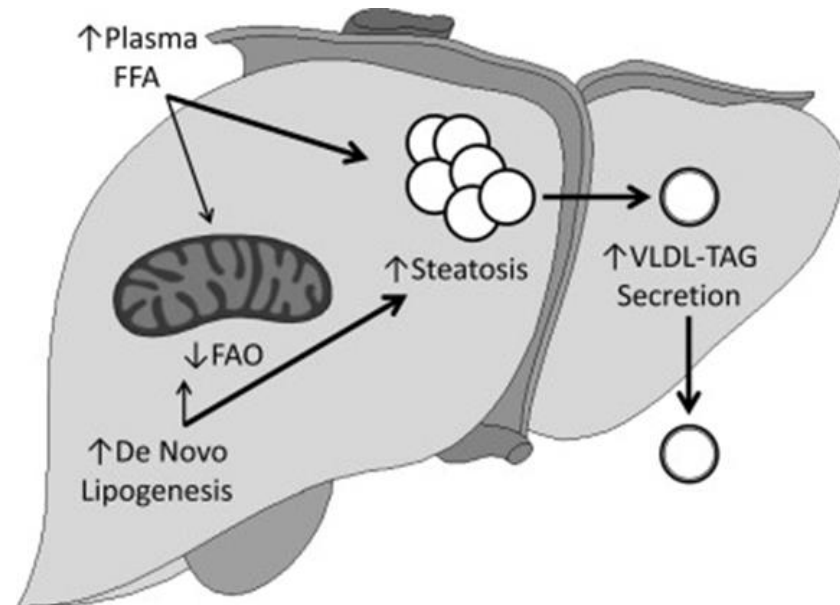
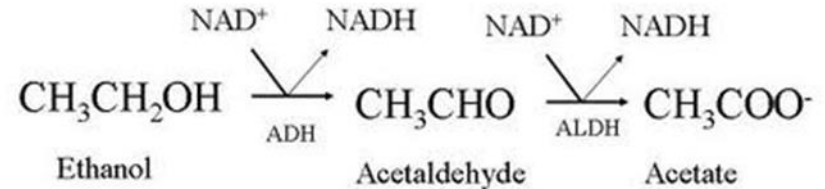
# NAFLD a NASH

- klinicko-patologická jednotka zahrnující spektrum jaterních poškození od jednoduché steatózy (NAFL) po nealkoholickou steatohepatitidu (NASH), vzácněji jaterní fibrózu či její progresi do cirhózy nebo hepatocelulárního karcinomu
- vůbec nejčastější typ jaterního onemocnění (prevalence cca 20 - 30% v industrializovaných zemích) – **OBEZITA** s násl. **inzulinovou rezistencí**
- jako steatóza představuje benigní onemocnění, ale společně s **paralelně přidruženými hepatotoxickými inzulty** (zejm. alkohol a léky) zodpovídá za největší část morbidity a mortality na jaterní onemocnění
- obtížné jednoznačné odlišení od alkoholického poškození jater v situaci běžné a společensky akceptované konzumpce alkoholu
  - o nealkoholické etiologii uvažujeme tehdy, pokud denní příjem nepřesáhne 10g/den, přesněji 2 standardní nápoje u mužů (tj. ~140g etanolu za týden) a 1 u žen (tj. ~70g etanolu u žen)
- patogeneze NAFLD = inzulínová rezistence, oxidativní stres, peroxidace lipidů, prozánětlivé cytokiny a mitochondriální dysfunkce
  - ↑ přítok NEFA do jater – (i) uvolněných inzulínem nesuprimovanou lipolýzou z tukové tkáně, (ii) de novo tvořených v játrech z dietních sacharidů a (iii) z dietou přijímaného tuku – vede k saturaci transportní kapacity apoB (VLDL) a retenci zbylých TAG v hepatocytech
  - jaterní lipogeneze je potencována jak samotnou dostupností substrátu (NEFA) tak **hyperinzulinemií** a zprostředkována aktivací PPAR $\gamma$ , SREBP-1c a ChREBP



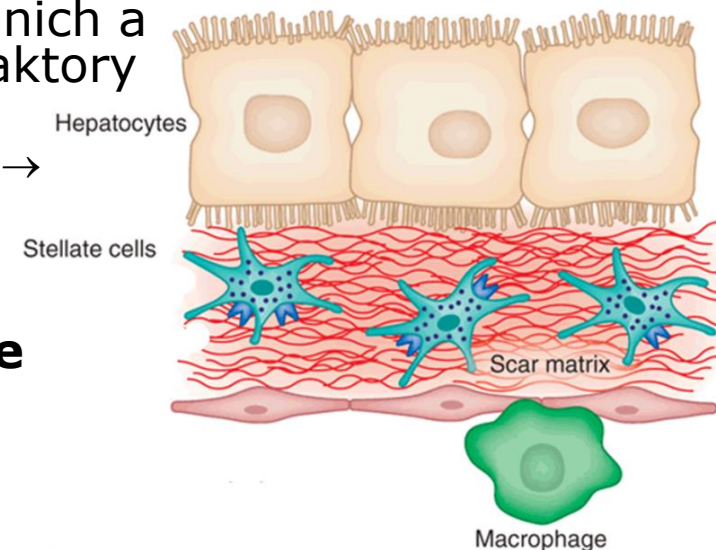
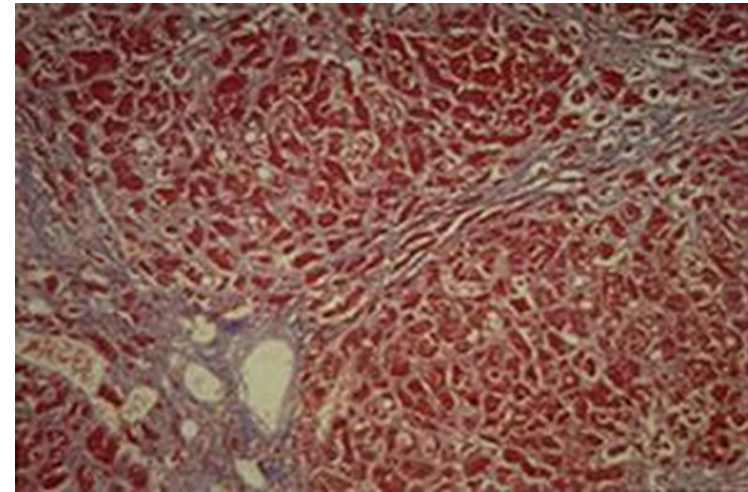
# Steatóza u alkoholiků

- alkohol je v těle z 85% přeměňován enzymem alkoholdehydrogenáza (ADH) na acetaldehyd
  - toxický meziprodukt (acetaldehyd) je enzymem acetaldehyddehydrogenáza dále přeměňován na acetát
  - ten pak může vstoupit do citrátového cyklu
- oxidace alkoholu a acetaldehydu je spojena se spotřebou/ přeměnou  $\text{NAD}^+$  na  $\text{NADH}$ , což má za následek vychýlení oxidačně-redukčního stavu v játrech
  - nepoměr  $\text{NADH}$  a  $\text{NAD}^+$  je velice zásadní, protože blokuje beta-oxidaci mastných kyselin a tím favorizuje jejich esterifikaci na TAG a steatózu



# Pokročilejší (+/- reverzibilní) poškození

- důsledek chronického poškozování hepatocytů
  - infekcí
  - alkoholem
  - toxickými látkami
  - akumulací kovů (Cu, Fe)
- kolagen v norm. játrech
  - I a III v periportálních prostorech
  - IV v Disseho prostoru
- **fibróza (F)** = zmnožení vaziva v jaterní tkáni
  - v důsledku poškozování hepatocytů se z nich a z Kupfferových bb. uvolňují parakrinní faktory (zejm. PDGF a TGF- $\beta$ )
    - aktivace jaterních "hvězdicových" bb. (HSC) → **produkce vaziva** – k. I a III a laminin v Disseho prostoru
  - **ztráta mikrovilů hepatocytů**
  - zánik fenestrací sinusoid (= **kapilarizace sinusoid**) =  $\uparrow$  rezistence

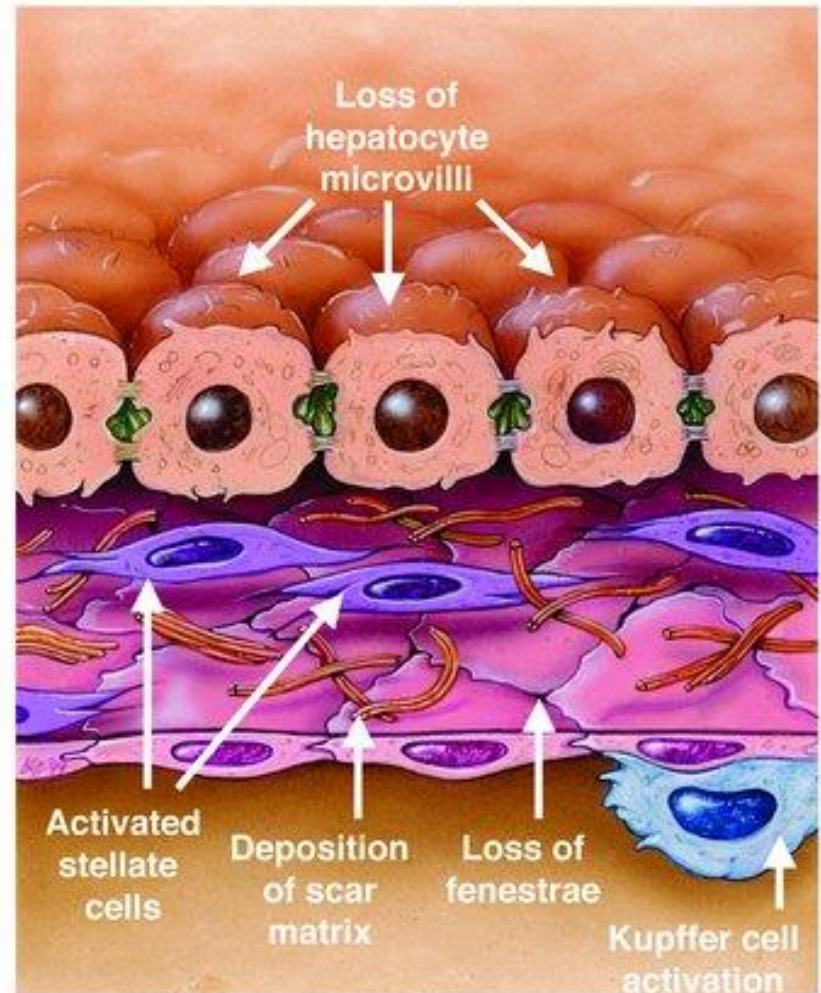
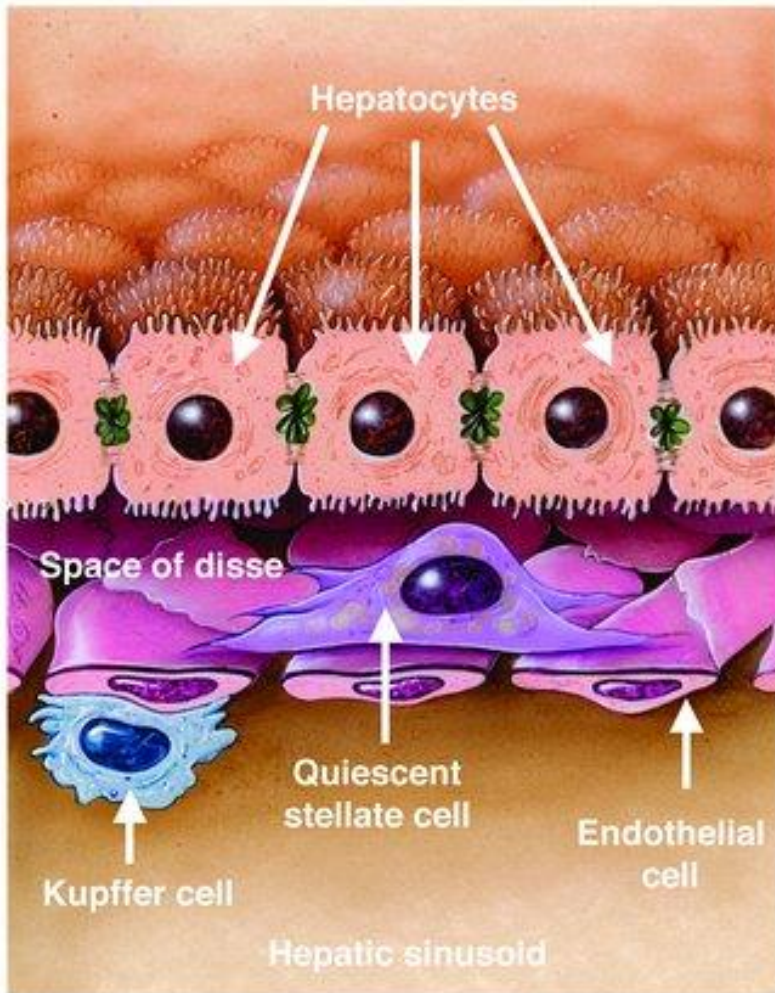


# Role HSC u jaterní fibrózy

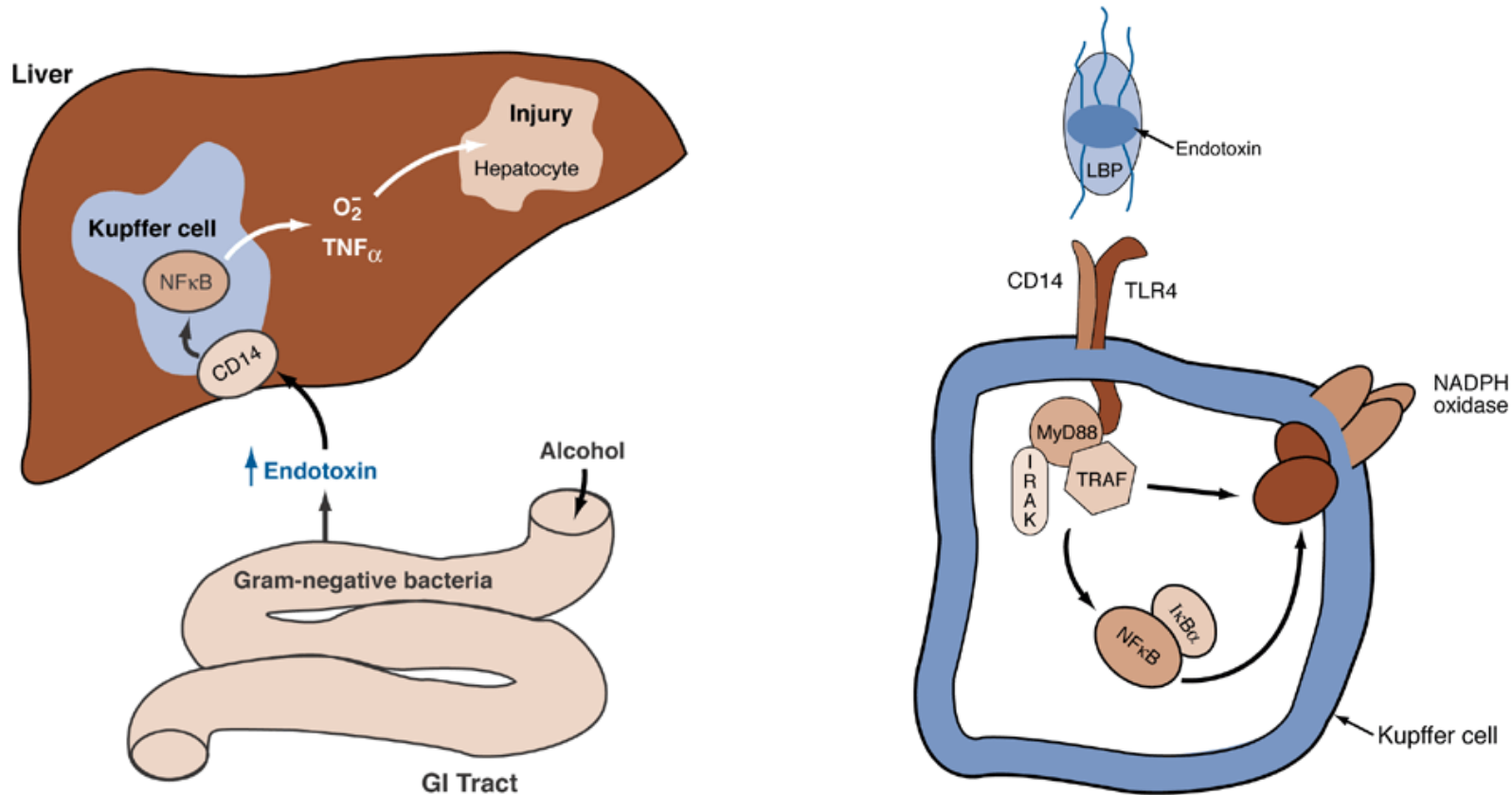
Normal liver



Liver injury



# Alkohol (střevo) a játra - endotoxin

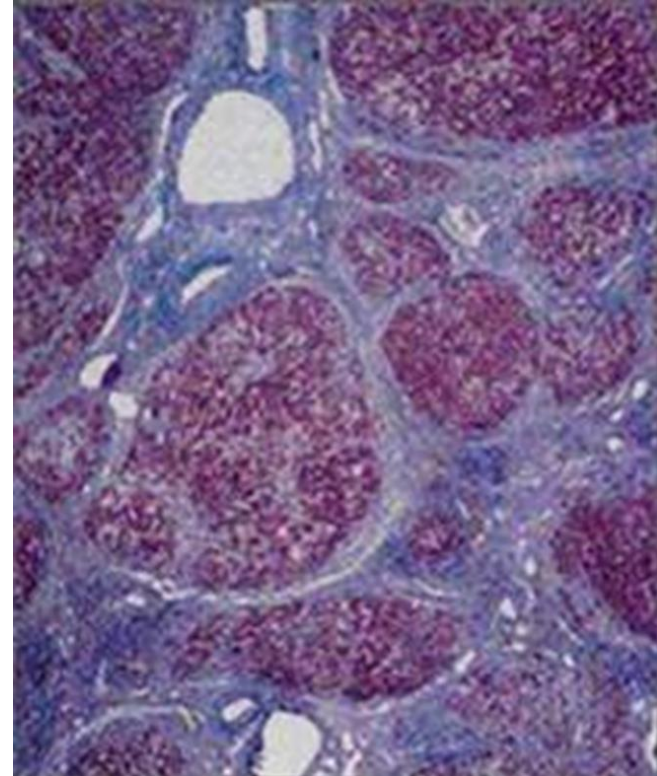
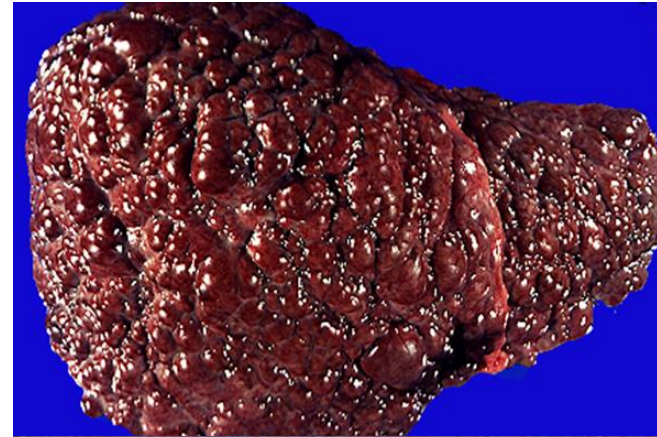


- alkohol zvyšuje množství endotoxinu které vstupuje ze střeva do oběhu
  - endotoxin – součást stěny G-negativních bakterií
  - pravděpodobně zvýšením střevní permeability pro endotoxin
- endotoxin (prostřednictvím receptorů CD14 a TLR4) aktivuje Kupfferovy bb. jater (specializované makrofágy podél jaterních sinusoid) k produkci cytokinů (NFκB) a superoxidu (NADPH oxidáza)

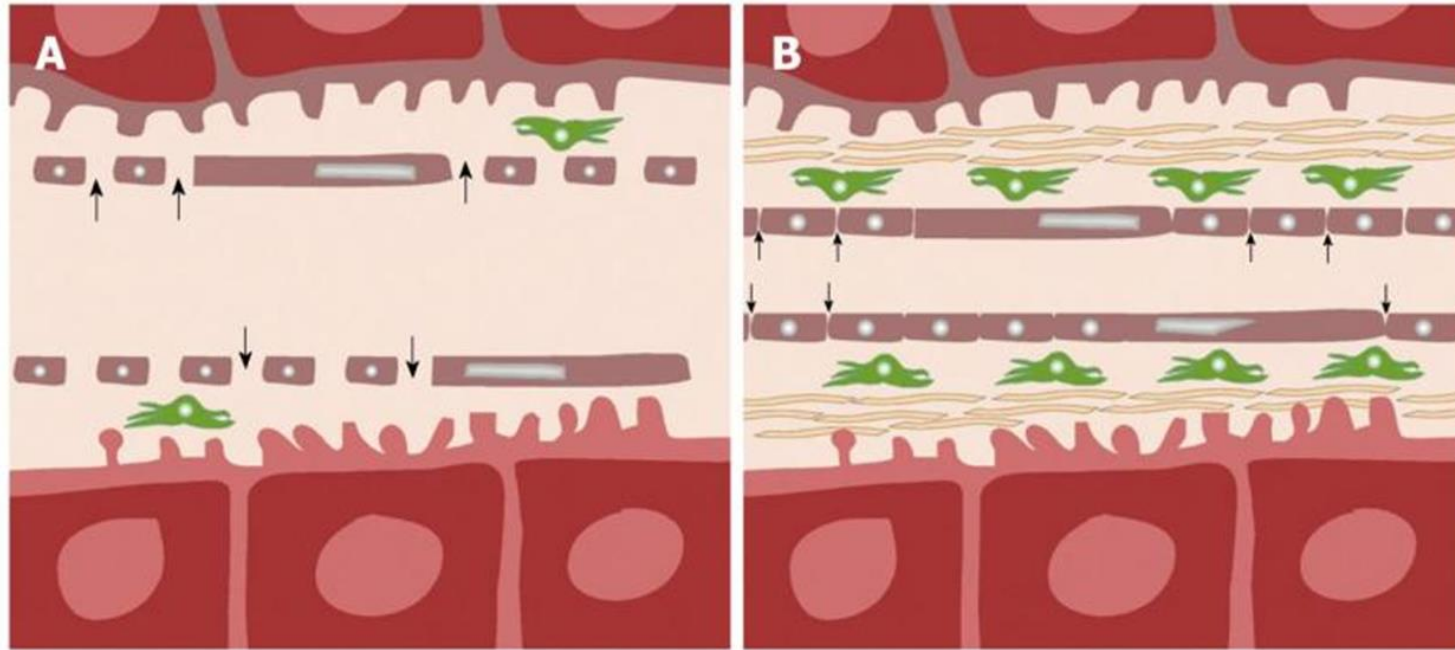
# Pokročilé (ireverzibilní) poškození

- **cirhóza (C)**

- ireverzibilní přestavba jaterní tkáně (lalůčků, cév, vaziva)
- známky fibrózy + nekrózy + **uzlovité regenerace zbývajících hepatocytů**
- ani ne tak úbytek funkčního parenchymu (hepatocyty regenerují), ale totální **rozrušení normální architektury jater**, zejm. jaterní cirkulace
  - = rozvíjí se portální hypertenze
- ↑ riziko hepatocelulárního karcinomu
- histopatologická diagnóza! (z biopsie)
  - mikro- vs. makronodulární
  - portální vs. biliární (reflexe etiologie)
- klinický korelát:
  - žádný – kompenzovaná cirhóza
  - jaterní selhání - dekompenzovaná cirhóza



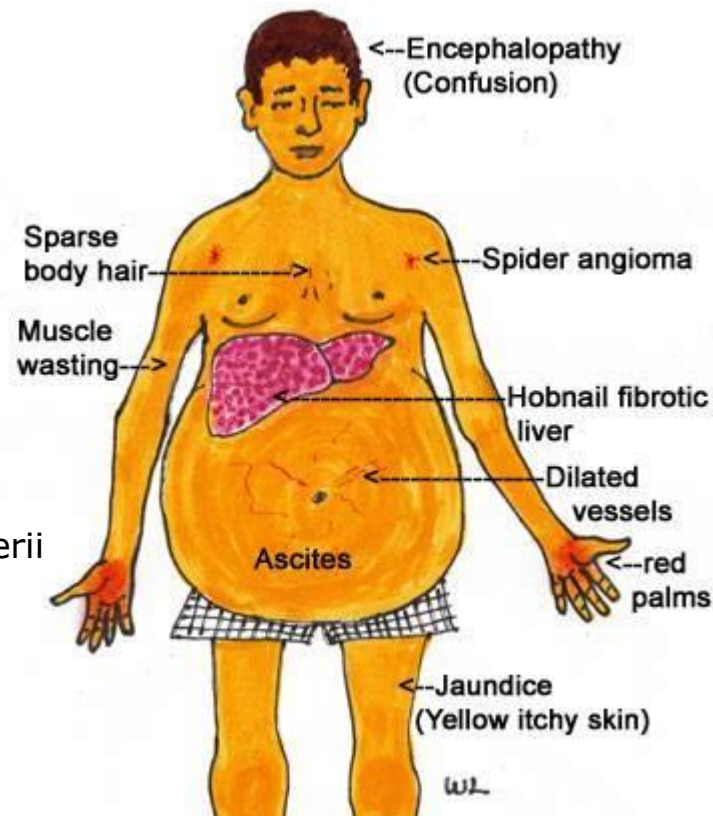
# Pathophysiological differences between normal (A) and fibrotic/cirrhotic (B) liver



- In normal liver (A), normal fenestrae along the hepatic sinusoids allow free passage of blood (arrows) into the Space of Disse, in which, stellate cells (green) are found. In liver cirrhosis (B), there is an increase in the number of stellate cells, associated with deposition of collagenous fibers in the Space of Disse, and loss of fenestrae as the sinusoids become more capillary-like. As a result, transfer of low-molecular-weight compounds (e.g. contrast medium) from the sinusoids into the Space of Disse becomes more impeded (small arrows).

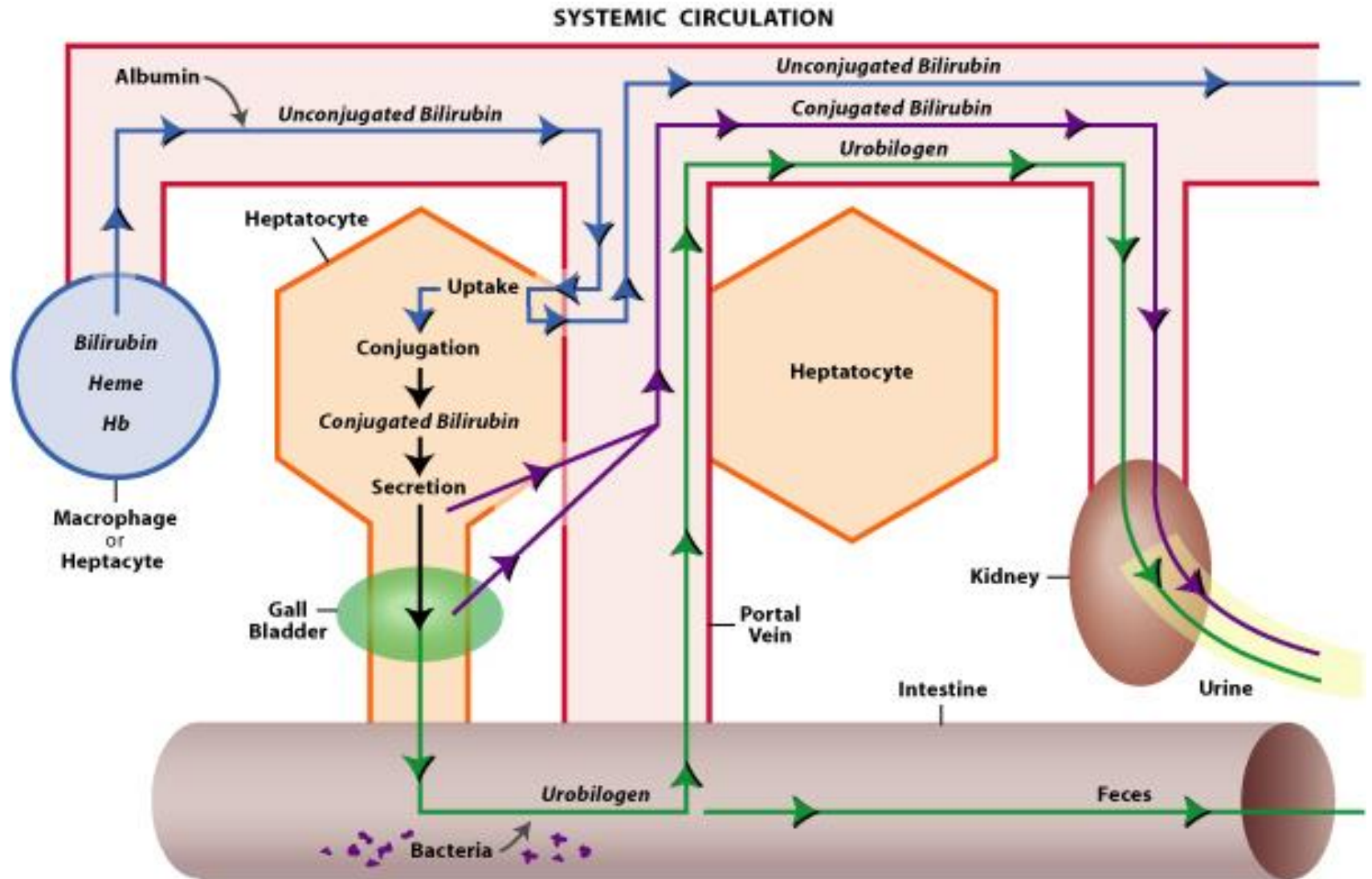
# Obecné projevy pokročilého jaterního onemocnění

- slabost, váhový úbytek
- hyperbilirubinémie až ikterus, intrahepatální cholestáza
- portální hypertenze
- hypoalbuminémie → edémy, ascites
- porucha hemostázy
  - nedostatečná tvorba srážecích faktorů
- porucha krvetvorby
  - důsledek krvácení, hypersplenismu a poruchy resorpce vitaminů
  - toxické poškození kostní dřeně
- endokrinopatie - prodloužené působení hormonů (nedostatečná degradace)
  - aldosteron
    - ztráty draslíku močí, metabolická alkalóza
      - klesá ionizace  $\text{NH}_3$ !!!!
  - androgeny – zvýšeně konvertovány na estrogeny v periférii
    - gynekomastie u mužů
    - pavoučkové névy
- metabolické důsledky
  - porucha metabolismu AA ( $\uparrow$  podíl aromatických AA
    - vznik atyp. neurotransmiterů v mozku
  - porucha glukoregulace
  - porucha cyklu močoviny
- jaterní encefalopatie (amoniak)
  - viz výše – hyperamonémie a atyp. neurotransmitery
- hepatorenální syndrom

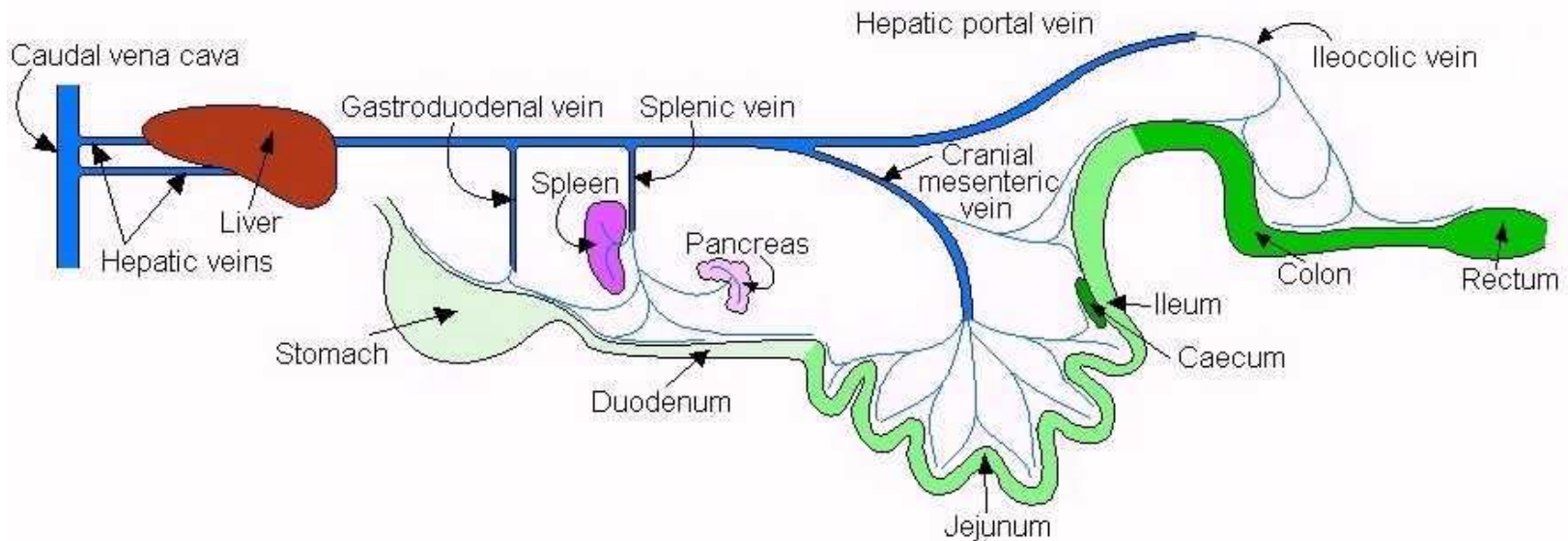




# Hyperbilirubinemie/ikterus



# Portální hypertenze



- normální tlak v portálním řečišti 5 – 15 mmHg
- lokalizace portální hypertenze
  - prehepatální
    - trombóza v. portae, malformace, útlak
  - intrahepatální
    - nejč. důsledek cirhózy (= porucha průtoku krve játry), steatóza, paraziti
  - posthepatální
    - pravostranné srd. selhání (hepatosplenomegalie), trombóza jat. žil (Budd-Chiari syndrom), útlak nádorem
- při zvýšení tlaku před jaterními sinusoidami nejsou játra vystavena vyššímu tlaku, poté ano a i poškození je větší

# Důsledky portální hypertenze

- 1) měštnání krve v povodí v. portae před místem vniku hypertenze a **překrvení orgánů**

- žaludek a střevo
  - malnutrice a maldigesce
  - snadnější tvorba erozí a vředů
  - zvýšená prostupnost pro bakterie
- slezina
  - hypersplenismus → zvýš. destrukce Ery a zejm. trombocytů

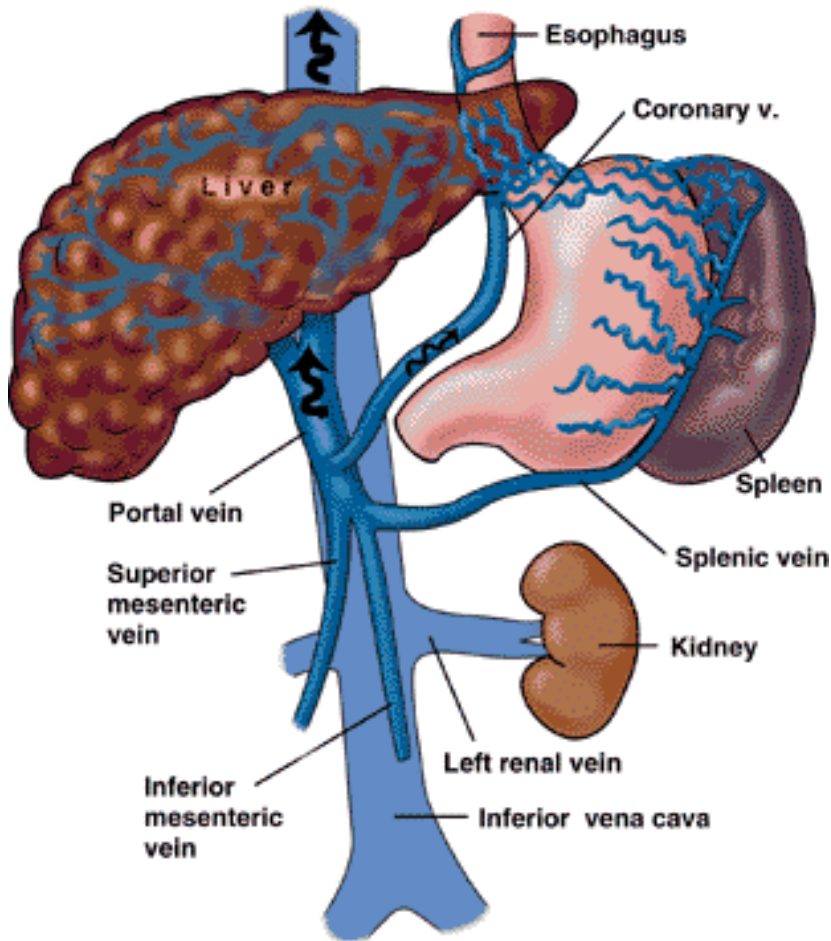
- 2) obtékání krve mimo játra **portokavárními anastomózami** přímo do systémového řečiště

- za normálních okolností drobné žíly zprostředkující alternativní odtok z v. portae do d. duté žíly, pokud jsou vystaveny většímu tlaku, hrozí mechanické poškození a **krvácení**
  - vv. oesophageae → jícnové varixy
  - vv. rectales → hemoroidy
  - vv. paraumbilicales → caput Medusae

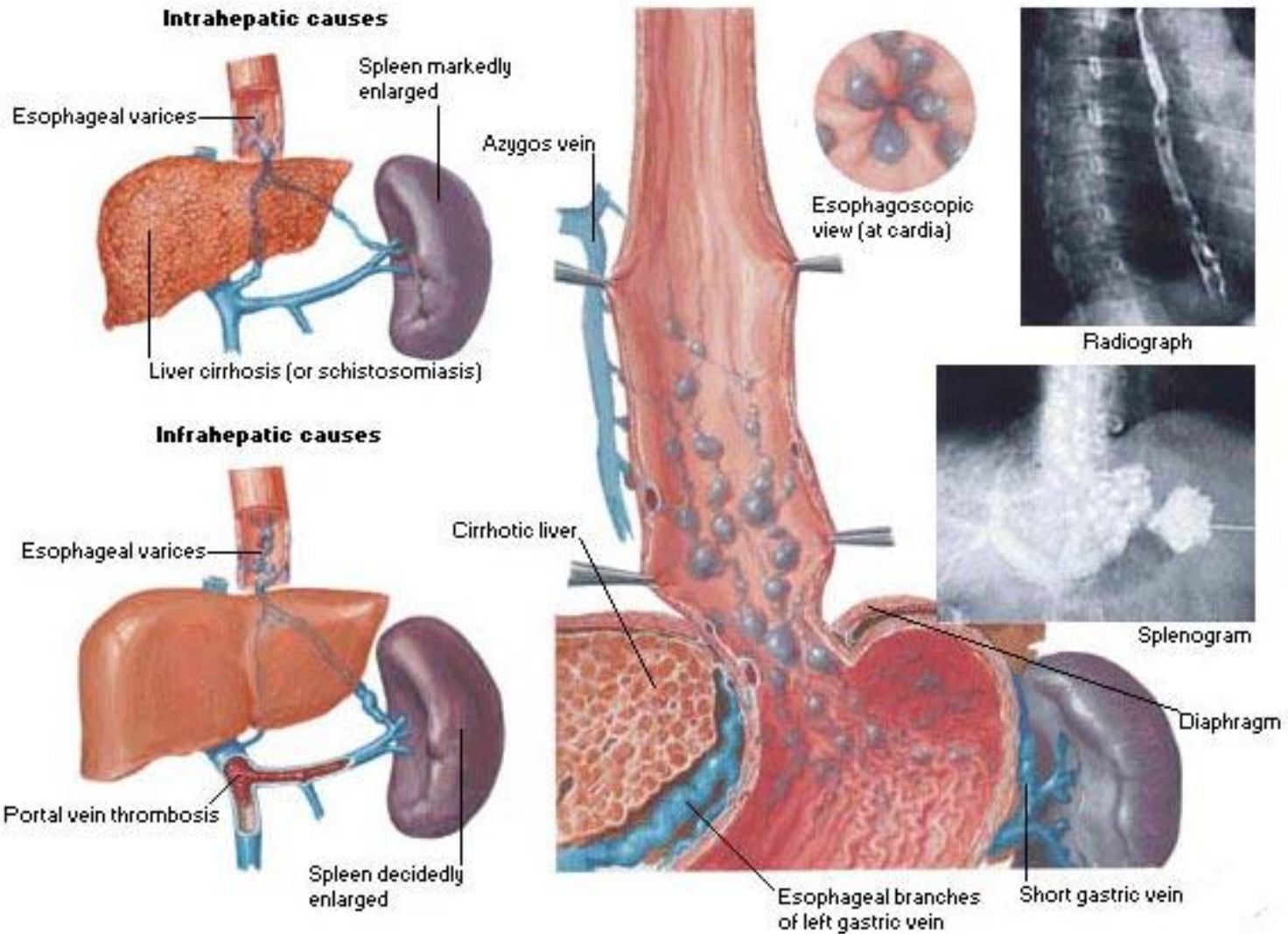
- 3) **ascites a otoky**

- přítomnost tekutiny v peritoneální dutině
- v důsledku portální hypertenze + hypoalbuminémie + retence Na (aldosteron)
- zvýš. průchod stř. bakterií může způsobit infekci ascitu = spontánní bakt. peritonitida

- 4) **hepatorenální syndrom**

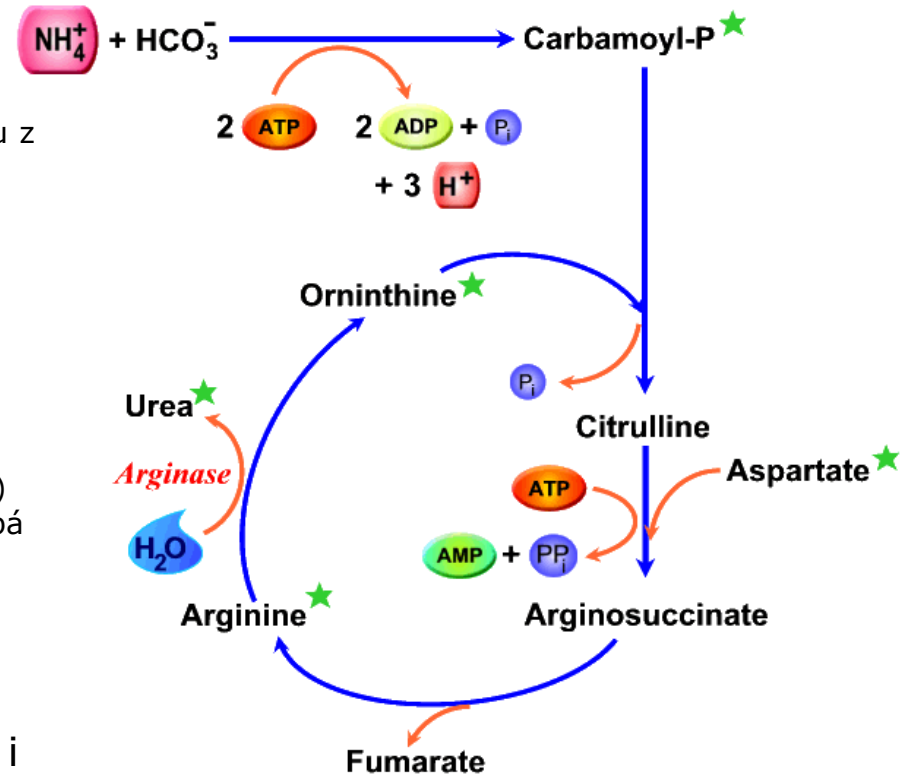


# Jícnové varixy

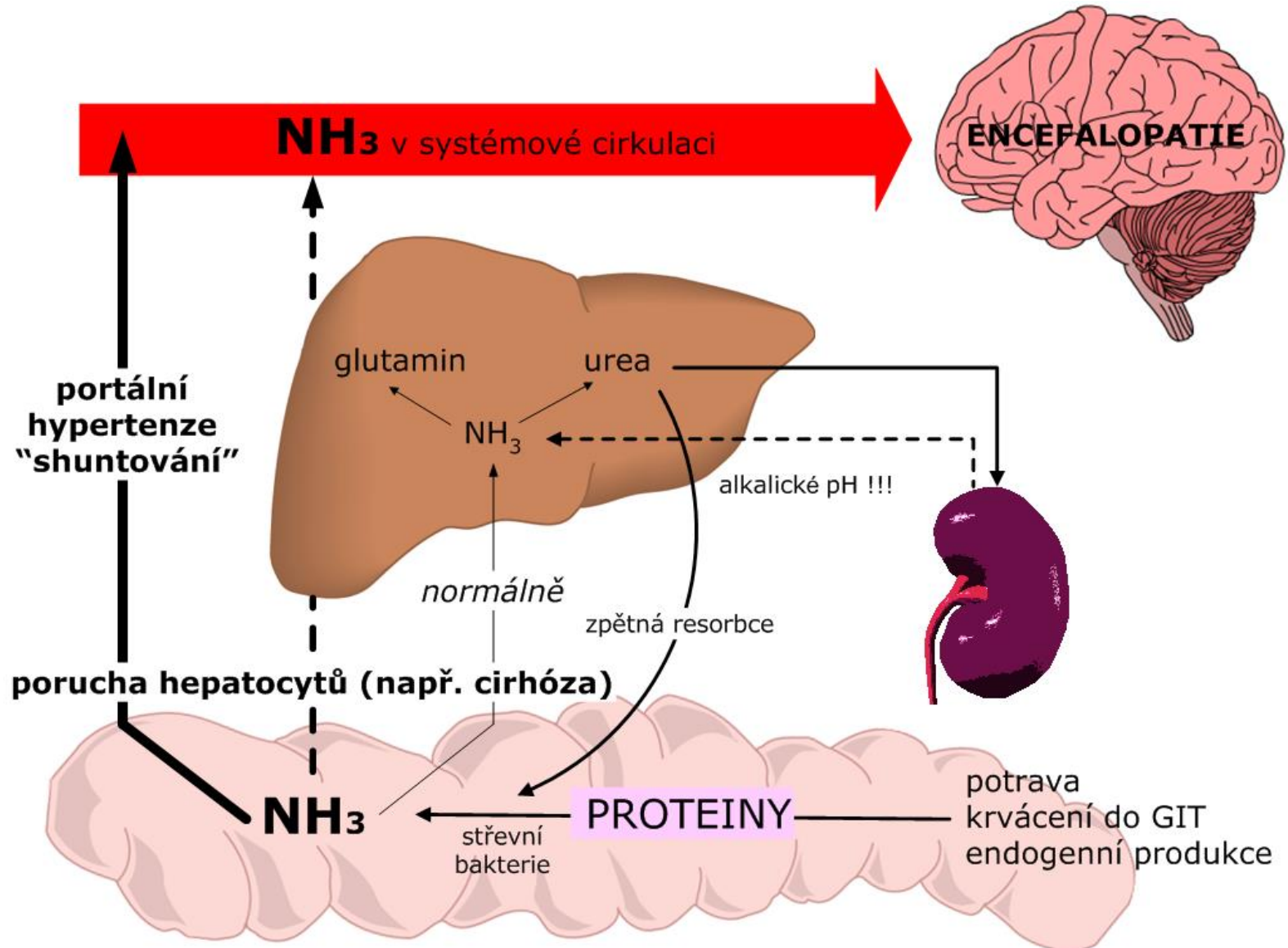


# Jaterní encefalopatie

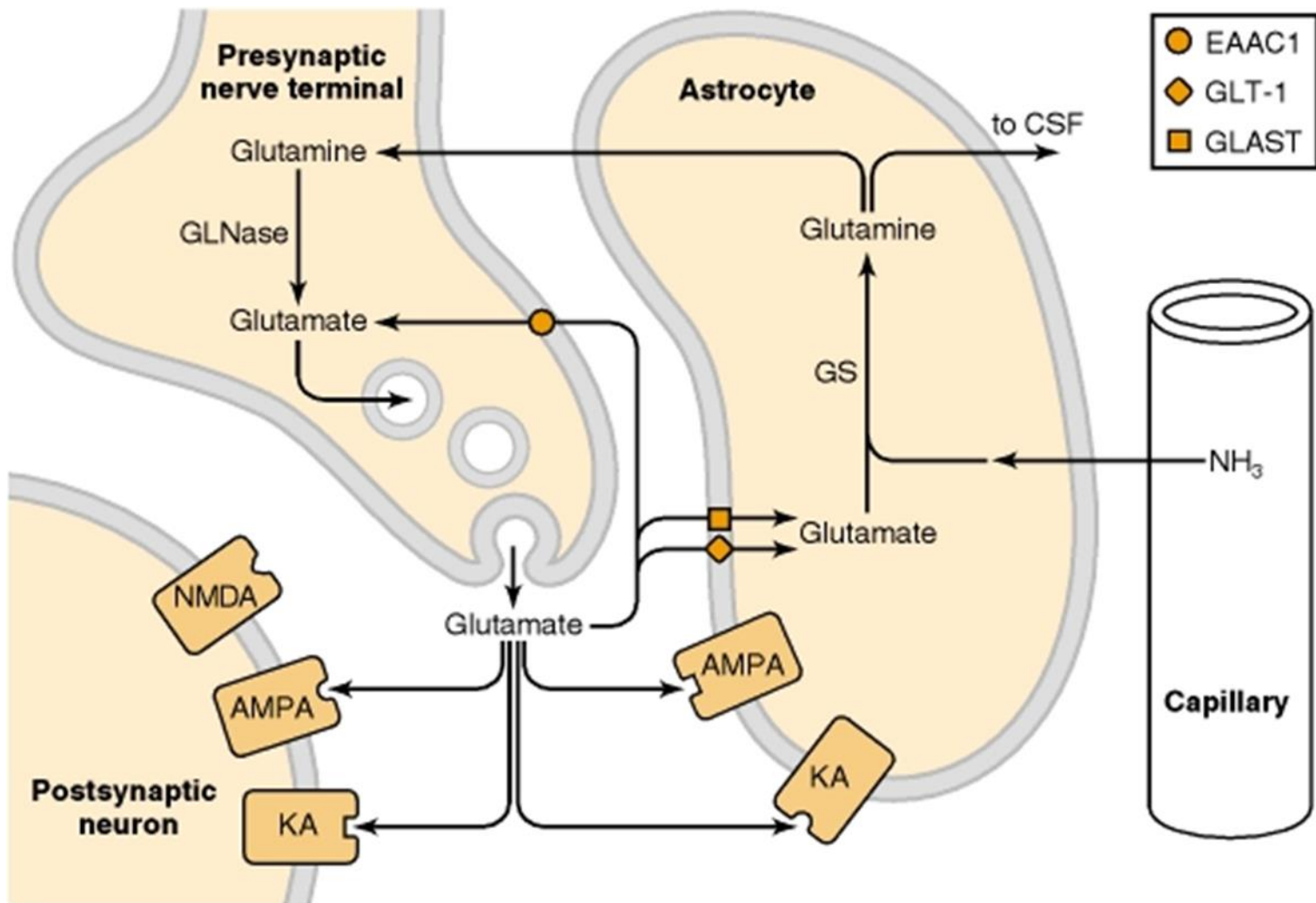
- porucha vědomí (kvantitativní i kvalitativní), chování a neuromuskulárních funkcí
  - reversibilní jen v iniciálních stadiích – j. omezená doba pro úspěšnou transplantaci jater
- porucha detoxifikace amoniaku v cyklu močoviny
  - zdroje amoniaku
    - oxidativní deaminace glutamátdehydrogenázou z Glu
    - glutaminázou z Gln na Glu
    - degradace purinů a pyrimidinů
    - deaminace účinkem monoaminoxidázy
    - syntéza hemu
    - bakterie v tlustém střevě
  - amoniak je  $>50\mu\text{mol/l}$  toxický = porucha činnosti CNS
  - v krvi jako  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ 
    - poměr závisí na pH (normálně 99% ionizováno)
    - při alkalóze volný amoniak a tedy toxicita stoupá
  - v játrech v cyklu močoviny (= ornitinovém) denně 20 – 40 g urey
    - $\text{CO}_2 + \text{NH}_4^+ \rightarrow \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+$
    - 5 enzymů – zčásti v mitochondriích a cytosolu
  - urea odstraňována ledvinami
- krev ze splachniku obsahující kromě živin i toxiny (zejm. amoniak, merkaptany, fenoly aj. produkované střevními bakteriemi) není dostatečně očišťována
  - tvorba "falešných" neurotransmitterů v mozku
    - poruchy chování a vědomí, "flapping" tremor, apraxie, deliria, psychotické projevy



# Střevo a játra - amoniak

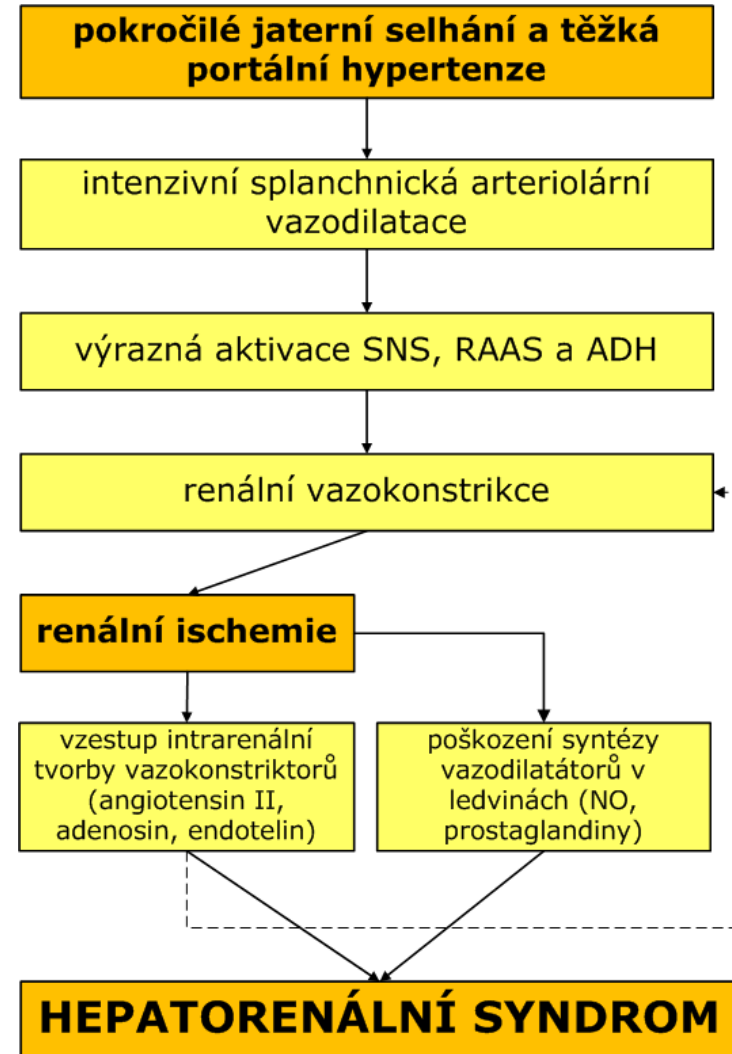


# Nerovnováha excitačných a inhibičných AA v mozku



# Hepatorenální syndrom

- ledvinné selhání při onemocnění jater bez předchozí zjevné renální patologie
- etiopatogeneze
  - stagnace krve ve splachnickém řečišti
    - vede k sek. hyperaldosteronismu
  - retence sodíku a vody
    - v důsledku terc. hyperaldosteronismu
  - ale únik do třetího prostoru (ascites)
    - v důsledku hypoalbuminemie
  - pokles renální perfuze a GFR
    - aktivace RAAS
    - intrarenální vasokonstrikce
      - kontrakce aferentních arteriol





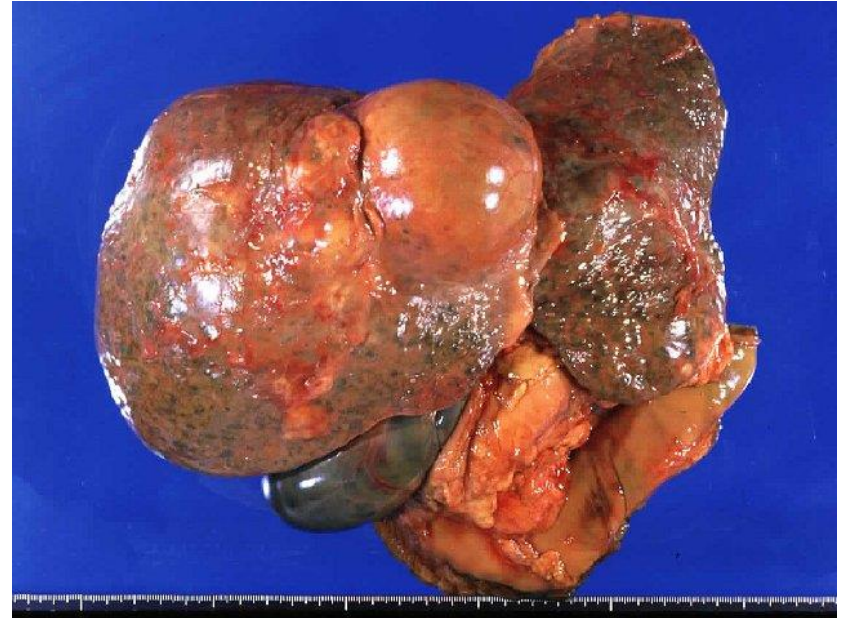
# Možnosti fatálního vyústění jaterního selhání



- krvácení → hypovolemie, šok
- hepatorenální syndrom → uremie
- jaterní encefalopatie → koma
- ascites → spontánní bakteriální peritonitida
- cirhóza → hepatocelulární karcinom

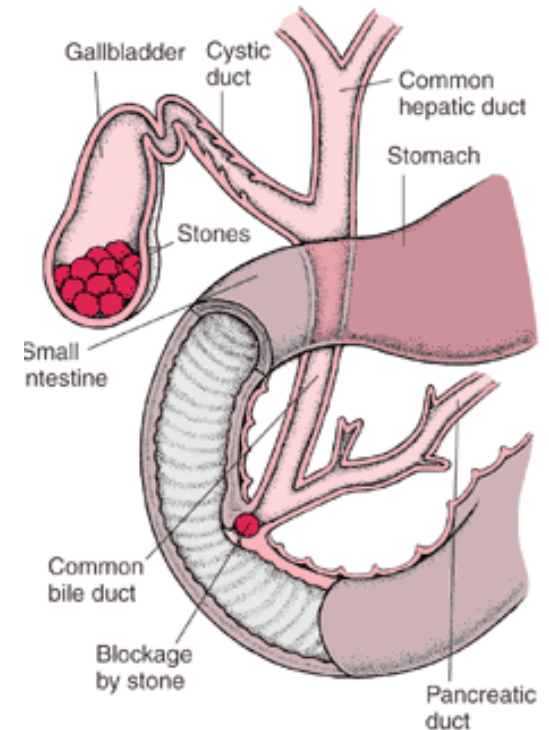
# Nádory jater

- benigní
  - hemangiom
  - hamartom
- maligní
  - hepatocelulární karcinom
    - v 70% následek cirhózy
    - bohužel prevalence se zvyšuje
    - špatná prognóza
- metastázy
  - ca tlustého střeva
  - prsu, plic



# Patofyziologie žlučových cest

- cholelithiáza
  - ve věku 55-65 let ~10% mužů a ~20% žen
  - příčiny – změna poměru složek žluči
  - typ konkrementů
    - cholesterolové (70-90%)
    - pigmentové (kalcium + bilirubin)
    - smíšené
  - zvýš. koncentrace cholesterolu
    - dieta, obezita
  - snížení žluč. kyselin a fosfolipidů
    - poruchy výživy, Crohnova nemoc, resekce ilea
  - zánět žlučníku
  - stagnace žluči
    - dieta, hladovění
- komplikace cholecystolithiázy
  - žlučníková kolika (zaklínění v d. cysticus)
  - extrahetaální cholestáza (zaklínění v d. choledochus)
  - zánět (cholecystitida, cholangoitida)
  - akutní pankreatitida





Cirrhosis of the river.