

Laboratorní vyšetření

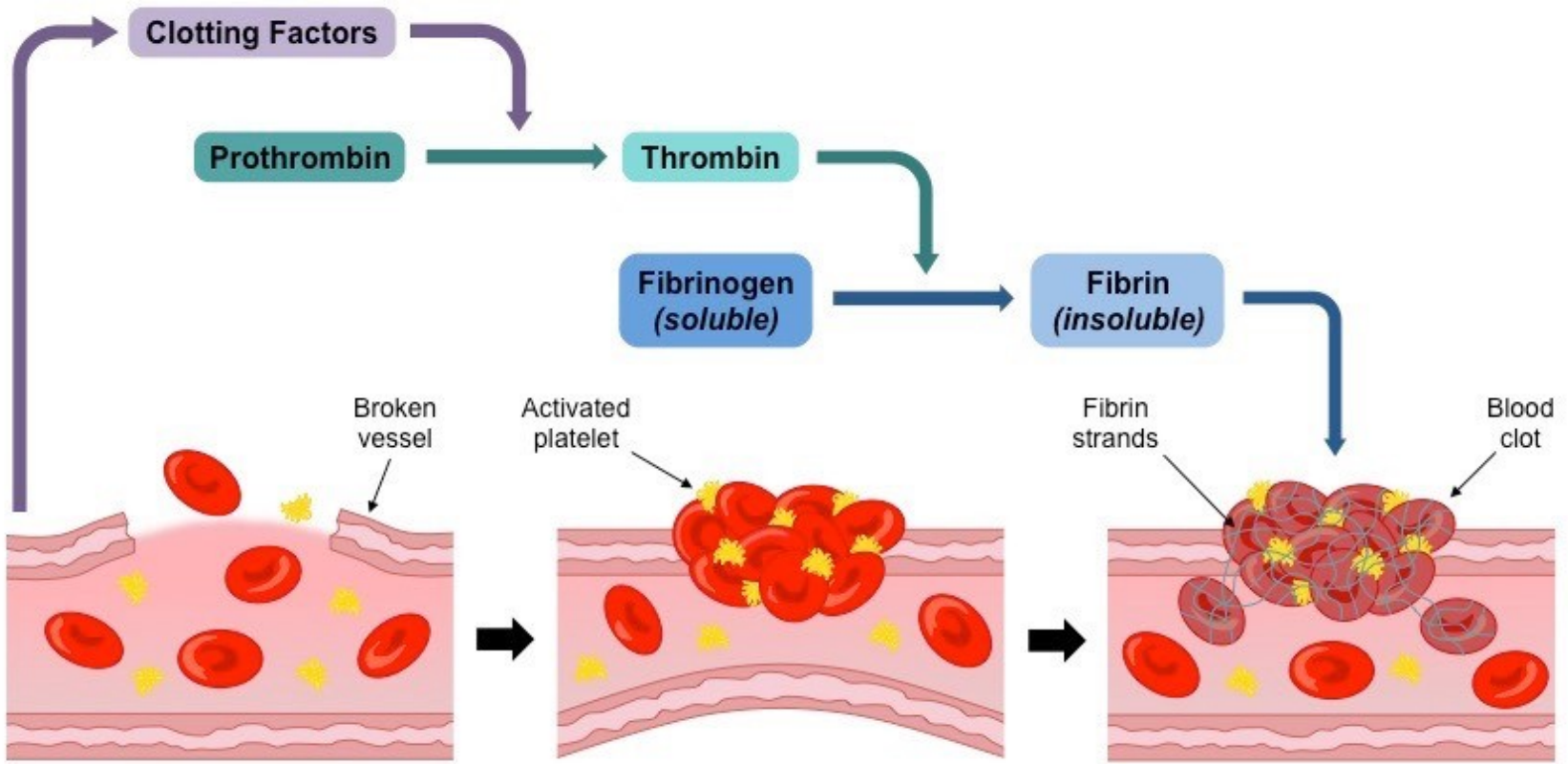
2019/2020

Obsah

- Hematologické vyšetření
 - Vyšetření koagulací
 - Krevní obraz
- Biochemické vyšetření
 - Osmolalita, iontogram
 - glykémie, lab. vyšetření DM
 - Krevní bílkoviny, imunoglobuliny
 - jaterní testy, bilirubin, lipidogram
 - vyšetření ledvinných funkcí a vyšetření moči

Koagulace

- Poruchy hemostázy x trombofilie
- Odběry: žilní krve odebrané do zkumavky s EDTA nebo s citrátem
- vždy nutné uvést léčiva, která by mohla výsledky koagulačních vyšetření ovlivnit



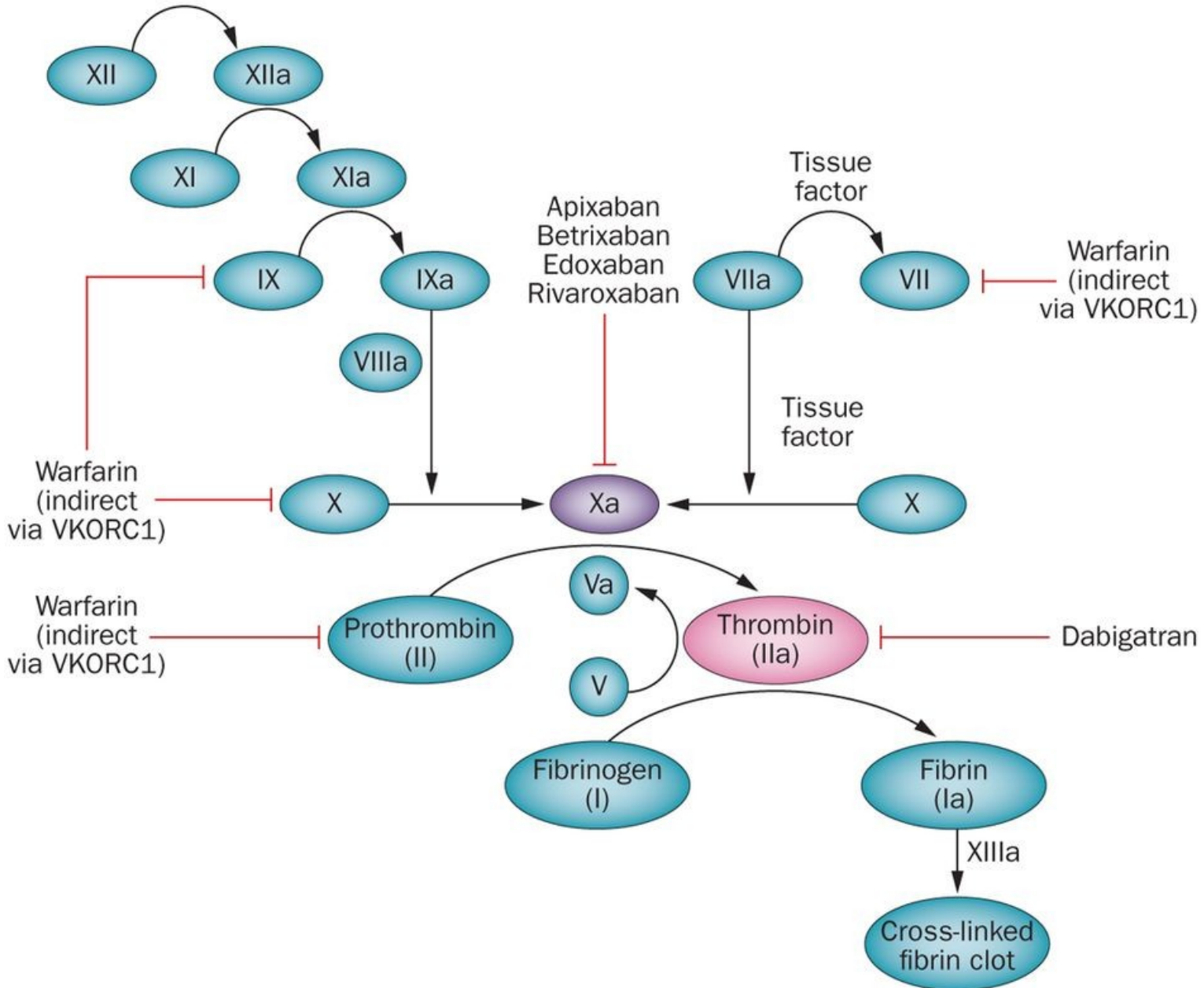
Damaged Blood Vessel
Injury to vessel lining triggers the release of clotting factors

Formation of Platelet Plug
Vasoconstriction limits blood flow and platelets form a sticky plug

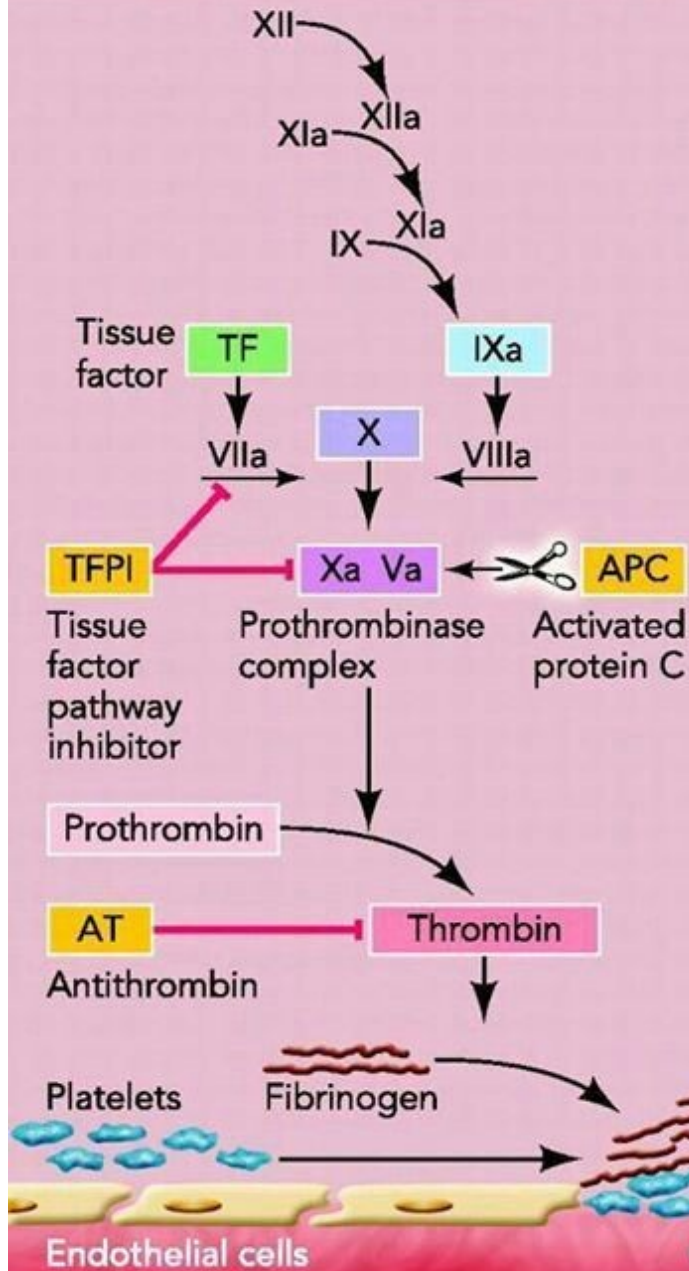
Development of Clot
Fibrin strands adhere to the plug to form an insoluble clot

**Contact activation
(intrinsic) pathway**

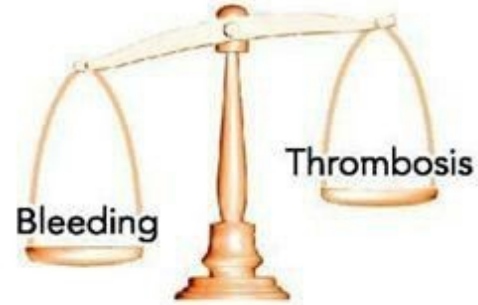
**Tissue factor
(extrinsic) pathway**



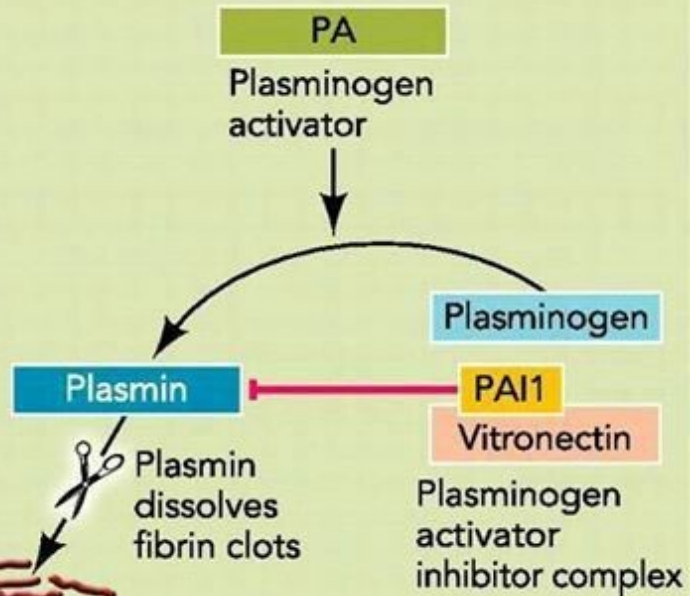
COAGULATION CASCADE



FIBRINOLYSIS



Together, coagulation, anti-coagulation, and fibrinolysis maintain a delicate physiological balance.



Koagulace-vyšetření

- počet destiček (v rámci vyšetření KO)
- doba krvácivosti
- protrombinový čas, aktivovaný parciální tromboplastinový čas a trombinový čas
- Specifické testy: např. agregace trombocytů po ADP, adrenalinu a dalších látkách, stanovení hladiny antitrombinu, proteinu C, proteinu S, APC rezistenci, ProCGlobal, hladiny faktorů V, VII, VIII, IX, XI, XII, stanovení lupus antikoagulans
- D-dimery

Koagulace-vyšetření

- **Vyšetření funkce trombocytů**
 - **Doba krvácivosti podle Dukea** vyhodnocuje schopnost destiček vytvořit primární trombus. Provádí se vpichem do ušního lalůčku a sledováním délky krvácení, které by nemělo překročit 4 minuty. Někdy se také provádí standardní nářez předloktí (zde je norma 2–9 minut). Doba krvácivosti může být prodloužena u trombocytopenií a trombocytopatií a von Willebrandovy nemoci).
 - **Agregace krevních destiček:** Fotometricky se stanovuje rychlost agregace destiček po přidání aktivátoru.
 - **Střední objem destiček:** Normálně se pohybuje v rozmezí 6–9 fl. Velké destičky nacházíme u některých trombocytopatií.

- **Základní koagulační vyšetření:**

- **aPTT – aktivovaný parciální tromboplastinový čas**

- Test vnitřní (f. XII, XI, IX a VIII), a společné cesty (X, V, II a I)
- fyziologické hodnoty: 8–40
- terapii heparinem. – prodloužení na 1,5 – 2,5 násobek
- Patologické rodloužení aPTT: hemofilií A (nedostatek f. VIII), hemofilií B (nedostatek f. IX), hemofilií C (nedostatek f. XI); u von Willebrandovy choroby (hereditární porucha tvorby vW faktoru), při konsumpční koagulopatii v rámci DIC.

- **Protrombinový čas /PT/ (také nazývaný tromboplastinový čas dle Quicka)**

- Test vnější a společné cesty koagulační kaskády
- Fyziologické hodnoty tohoto parametru jsou 12–15 sekund
- prodloužení: při terapii warfarinem, u stavů s hypovitaminózou K; u těžkých poruch jaterní proteosyntézy; při konsumpční koagulopatii v rámci DIC, nebo deficitu faktorů V, II, VII, X a při těžkém deficitu fibrinogenu.
- terapeutické omezení při léčbě vyjádřené INR je 2 – 3.

- **Trombinový čas: Trombinový čas (TT)**

- je přímé vyšetření rychlosti konverze fibrinogenu na fibrin
- Fyziologické rozmezí je 17–24 s.
- Prodloužen při dysfibrinogenemii, těžké hypo- nebo afibrinogenemii, aktivované fibrinolýze a při léčbě heparinem.

- **Celkové degradační produkty fibrinu**
 - FDP a D-dimery jsou markery fibrinolýzy.
 - při podezření na tromboembolickou nemoc.
 - Vysoká senzitivita metody, nízkou specificitou
- **Koncentrace fibrinogenu:** Normální rozmezí je 1,5–4,5 g/l
 - hypofibrinogenemii (např. při akutní DIC) nebo hyperfibrinogenemii (při zánětu koncentrace FBG stoupá, protože je proteinem akutní fáze).
- **Antitrombin III:** Stanovení funkční aktivity v plazmě, normální rozmezí dáno porovnáním s kontrolní plazmou (70–100 %). Primární nebo sekundární deficit antitrombinu III (např. vyvolaný konzumpcí u DIC) představuje rizikový faktor trombofílie.
- **Aktivovaný koagulační čas (ACT):** Krev odebraná bez antikoagulancia se aplikuje do zkumavky s kontaktním aktivátorem (kaolin) a v přístroji je při 37 °C míchána do odečtení času koagulace. Rutinní pro kontrolu heparinizace při mimotělním oběhu a hemodialýze. ACT normální krve je cca 150 s, při heparinizaci pro dlouhodobý mimotělní oběh nebo hemodialýzu 180–300 s, při MO v kardiochirurgii >600 s.

Krevní obraz

- **počet bílých krvinek (WBC)** – buňky, které jsou důležitou součástí imunitního systému organismu
- **počet červených krvinek (RBC)** – buňky, které přenášejí kyslík v krvi z plic do tkání a oxid uhličitý opačným směrem
- **hemoglobin (HGB)** – červené krevní barvivo, bílkovina červených krvinek, která váže a přenáší kyslík
- **hematokrit (HCT)** – procentuální zastoupení červených krvinek v celkovém množství krve
- **střední objem červené krvinky (MCV)** – průměrná velikost červené krvinky
- **průměrná hmotnost hemoglobinu v červené krvince (MCH)**
- **průměrná koncentrace hemoglobinu v červené krvince (MCHC)**
- **distribuční křivka červených krvinek (RDW)** – podává přehled o variabilitě ve velikosti červených krvinek
- **počet krevních destiček (PLT)** – buňky, které jsou důležité při zástavě krvácení
- **objem krevních destiček (MPV)** – průměrná velikost krevní destičky
- **destičkový hematokrit (PCT)** – procentuální zastoupení krevních destiček v celkovém množství krve
- **distribuční křivka krevních destiček (PDW)** – podává přehled o variabilitě ve velikosti krevních destiček

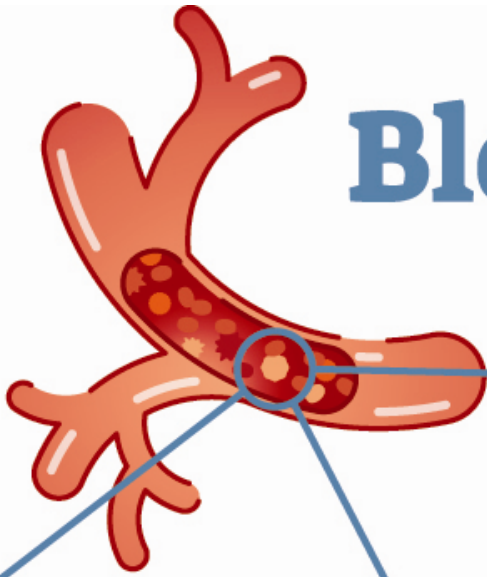
Test	Výsledek		Jednotky	Normální hodnoty	
	Normální	Vysoký/Nízký		Muži	Ženy
Počet erytrocytů		3,25 ↓	$\times 10^{12}/l$	4,5-5,3	4,1-5,1
Hemoglobin		108 ↓	g/l	140-180	120-160
Hematokrit		31,1 ↓	%	42-52	37-48
Kr. destičky	302		$\times 10^9/l$	150-350	150-350
Leukocyty	7,2		$\times 10^9/l$	4,5-11	4,5-11
Lymfocyty		48 ↑	%	16-46	16-46
Monocyty	4		%	4-11	4-11
Neutrofilý	45		%	45-75	45-75
Eozinofily	3		%	0-8	0-8
Bazofily	0		%	0-3	0-3

Hladina hemoglobinu je pod normálními hodnotami. Tento pacient je anemický a může na sobě pozorovat příznaky anemie.

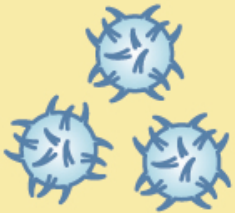
Diferenciální krevní obraz bílých krvinek, ukazuje vyšší hladinu lymfocytů

V tomto sloupečku jsou hodnoty nižší nebo vyšší než norma.

Blood Cells



Platelets



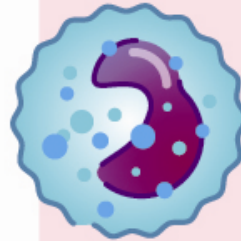
Thrombocytes

Red Blood Cells

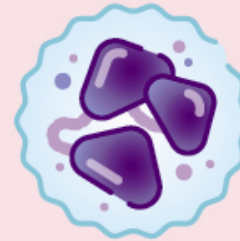


Erythrocytes

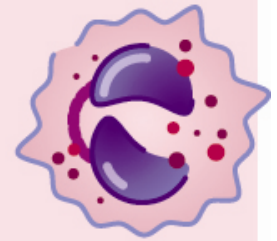
White Blood Cells



Basophil



Neutrophil



Eosinophil

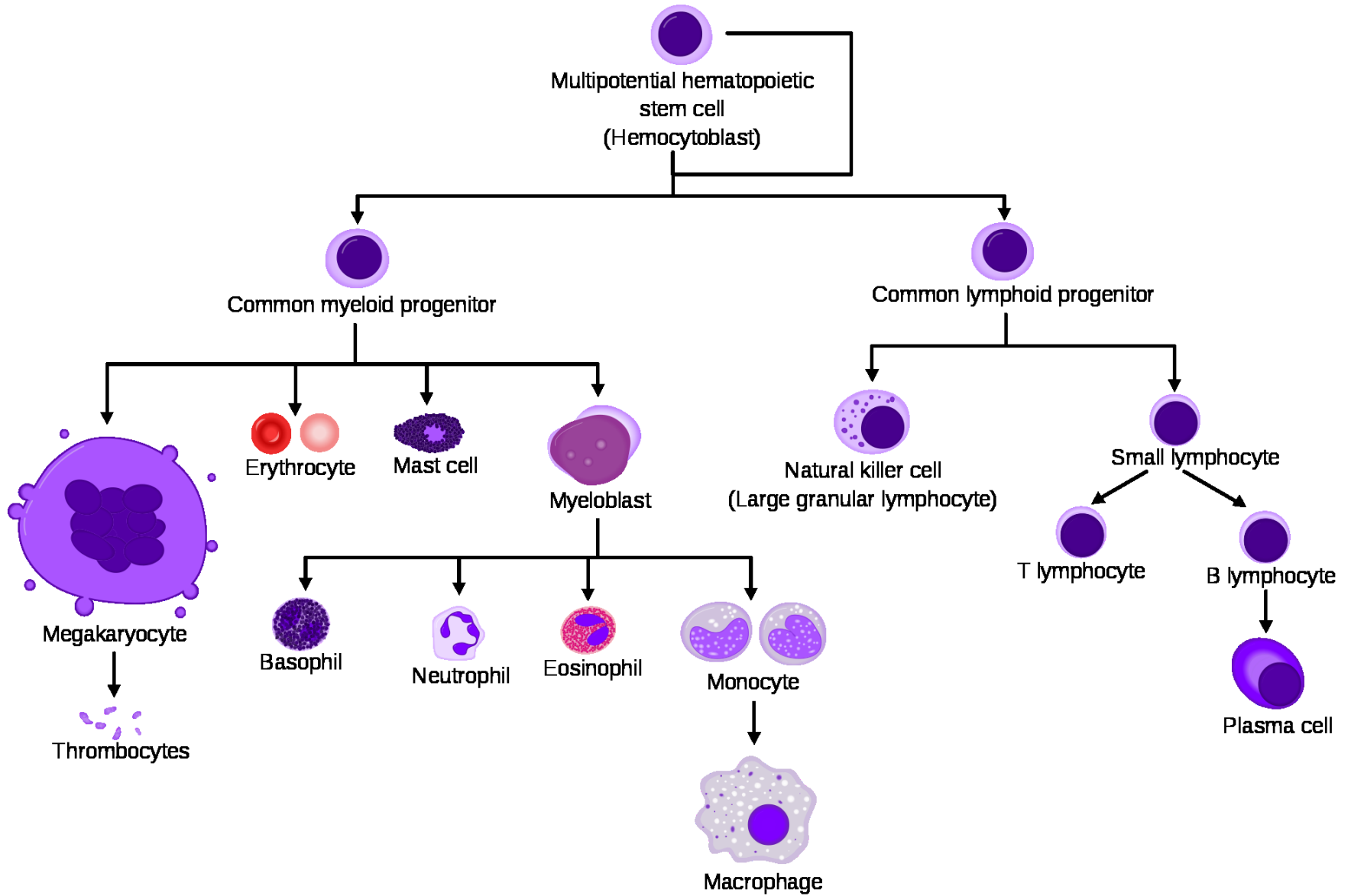


Monocyte



Lymphocytes





Diff. KO

- **neutrofil** – velmi pohyblivé buňky podílející se na obraně proti bakteriální infekci, mají schopnost pohlcovat a likvidovat cizorodý materiál
- **tyčky** – mladá forma neutrofilů
- **bazofily** – jejich funkce není zcela jasná, předpokládá se ovlivnění srážení krve v místě zánětu
- **eozinofily** – buňky uplatňující se při alergii a v obraně proti parazitům
- **lymfocyty** – buňky podílející se na specifické imunitní obraně (T lymfocyty regulují ostatní zúčastněné buňky imunitní reakce a uplatňují se v obraně hlavně proti virům, plísním a nádorovým; B lymfocyty se po setkání s cizorodou látkou mění na plazmatické buňky a tvoří protilátky)
- **monocyty** – vystupují z krve do tkání nebo tělních dutin, kde se mění v makrofágy, buňky které jsou schopny pohlcovat cizorodý materiál, včetně mikroorganismů

Červená křevní řada

- **Zvýšení hladiny erytrocytů, hemoglobinu, hematokritu:**
- zvýšená tvorba v kostní dřeni – polycytémia vera
- sekundární příčiny – zvýšená tvorba v kostní dřeni následkem nedostatku kyslíku v organismu např. při srdečních nebo plicních onemocněních, při pobytu ve vysokých nadmořských výškách, nikotinismus, stres – zvýšená tvorba erythropoetinu v ledvinách, nádory produkující erythropoetin (karcinom ledviny), zahuštění krve při dehydrataci (průjmy, snížený příjem tekutin, popáleniny)
- **Snížení hladiny erytrocytů, hemoglobinu, hematokritu:**
- aplazie či poškození kostní dřene se sníženou tvorbou červených krvinek, anemie z nedostatku železa, vitamínu B12, kyseliny listové, chronická onemocnění, hemolýza, krevní ztráty, vrozená porucha tvorby hemoglobinu, renální insuficience – nedostatečná tvorba erythropoetinu, tvorba protilátek proti erythropoetinu, otrava benzenem, užívání léků (chloramfenikol, sloučeniny zlata), gravidita – převládá hemodiluce nad pouze mírným vzestupem erytromas

- **Střední objem červené krvinky (MCV):**
- **Zvýšený- makrocyt:** anemie z nedostatku vitamínu B12, kyseliny listové, jaterní onemocnění, alkoholismus, myxedém, aplázie kostní dřeně, retikulocytóza (mladé formy erytrocytů jsou větší), užívání některých léků – antikonceptiva, metformin, kolchicin
- **Snížený – mikrocyt,** anemie z nedostatku železa, porucha tvorby hemoglobinu (thalasémie), sideroblastické anemie, anemie chronických chorob, otrava olovem
- **Průměrná hmotnost hemoglobinu v červené krvince (MCH):**
- **Zvýšení:** může být u makrocytů
- **Průměrná koncentrace hemoglobinu v erytrocytu (MCHC):**
- **Zvýšení:** dědičná sférocytóza, popáleniny (zvýšení je limitováno množstvím hemoglobinu, které se může vejít do erytrocytu)
- **Průměrná hmotnosti (MCH) a koncentrace (MCHC) hemoglobinu v erytrocytu:**
- **Snížení:** může být u mikrocytů, možné příčiny: lymfomy, monocytová leukémie
- **Distribuční šíře erytrocytů (RDW):**
- **Zvýšená hodnota:** znamená smíšenou populaci erytrocytů různé velikosti
- **zvýšená distribuční šíře erytrocytů + vyšší MCV- možné příčiny:** karence vitamínu B12 nebo kyseliny listové, jaterní onemocnění, imuno-hemolytické anémie, nemoc z chladových aglutininů.
- **zvýšená distribuční šíře erytrocytů + nižší MCV – možné příčiny:** sideropenie, DIC (diseminovaná intravaskulární koagulace), konsumpční koagulopatie a stavy spojené s fragmentací erytrocytů (schistocyty), hemoglobinopatie.
- **Retikulocyty: zvýšená hladina:** hemolytické anémie, akutní krevní ztráty, anémie v průběhu terapie.
- **Snížená hladina:** aplastická anémie, anémie s poruchou vyzrávání červené řady, jaterní onemocnění, posttransfuzní stavy, stavy po chemoterapii

Trombocyty

- **zvýšená hladina:** může být asymptomatická, může však docházet ke zvýšenému krvácení (pro poruchu funkce destiček – trombocytopenii) i zvýšené srážlivosti krve (shlukováním krevních destiček)
 - možné příčiny: myeloproliferativní onemocnění (trombocytemie, polycythemia vera), nedostatek železa (při dlouhodobých ztrátách krve), nadměrné krvácení s rychlou obměnou krvetvorby, dlouhodobá zánětlivá onemocnění (Crohnova choroba, revmatoidní artritida), infekce (bakteriální, plísňové, tuberkulóze), stav po splenektomii, maligní nádorová onemocnění (lymfomy, nádory)
- **snížená hladina:** může vést ke snížené srážlivosti krve, krvácení do vnitřních orgánů
 - možné příčiny: poškození kostní dřeně s poruchou tvorby krevních destiček – vrozené, polékové, po ozáření, při nádorových onemocnění kostní dřeně (leukémie, lymfomy, metastázy), těžký alkoholismus, nedostatek vitamínu B12, některé infekce (včetně HIV), po virových infekcích (CMV, EBV, spalničky, rubeola), nadměrná spotřeba destiček (u rozsáhlých hemangiomů, zánětů cév, po chlopenních a cévních náhradách, při diseminované intravaskulární koagulaci (DIC), autoimunitní onemocnění (protilátky proti krevním destičkám např. při systémovém lupus erythematoses), trombotická trombocytopenická purpura, septický stav, hypersplenismus, zvýšená destrukce krevních destiček – např. léky (penicilin, soli zlata, heparin, sulfonamidy aj.), gravidita (převládá zvýšení objemu plazmy), pseudotrombocytopenie zvýšená hodnota středního objemu krevní destičky (MPV) – závisí na produkci destiček, mladé jsou větší, než starší

Patologie v bílém krevním obraze

Neutrofilly:

zvýšená hladina: bakteriálních infekcí (tyčky, tzv. posun doleva), hypoxie, generalizované maligní onem., kortikoidy, adrenalin, lithium, akutní a chronická myeloidní leukemie, myeloproliferace, nekrózy tkáně (infarkt myokardu), vaskulitidy, nespecifické střevní záněty, revmatoidní artritida

snížená hladina: snížená tvorba v důsledku poškození kostní dřeně – vrozeném (aplastická anémie) či polékovém (cytostatika, psychofarmaka, imunosuprese, thyreostatika), ozařování, při infiltraci kostní dřeně nádorovými buňkami, změna rozložení neutrofilů – při splenomegalii, virové infekci, u některých autoimunitních onemocněních (výskyt protilátek proti neutrofilům, např. systémový lupus erythematosus), lymfatické a monocytové leukémie.

Lymfocyty:

zvýšená hladina: virové infekci (infekční mononukleóza, cytomegalovirus), také u pertusse, tuberkulózy, toxoplazmózy, akutní a chronická lymfatická leukémie, lymfomy

snížená hladina: po chemoterapii, ozáření, při léčbě kortikoidy a stavech s nadprodukcí kortizolu – hyperkortikalismus, aplastická anémie, infekce – virové, TBC, zvýšený únik lymfocytů lymfou u poruchy lymfatické drenáže ve střevě (Whippleova choroba), AIDS a přidružená onemocnění, v konečných fázích zhoubných nádorů, u pokročilé Hodgkinovy choroby, Wiskottova-Aldrichova syndromu (vrozené onemocnění se sníženými hladinami krevních destiček, ekzémem a zvýšenou náchylností k infekcím – s poklesem T lymfocytů), neurologická onemocnění (roztroušená skleróza)

Eosinofily:

zvýšená hladina: alergická onemocnění, lékové alergie, infekce parazity, prvoky (u nás běžně toxokarózu, trichinelózu a střevní helmintózy), některé kožní choroby – ekzém, lupénka, Hodgkinova choroba a jiná nádorová onemocnění, Hypereozinofilní syndrom

snížená hladina: akutní infekce (břišní tyfus), stresové reakce, léčba kortikoidy, Cushingova nemoc, po podání adrenalinu

Bazofily:

zvýšená hladina: u chronické myeloidní leukemie, hypotyreózy, mastocytomu event. systémové mastocytózy, některá zánětlivá onemocnění (chron. střevní záněty – Crohnova choroba, ulcerózní kolitida, revmatoidní artritida), léčba estrogeny, některá nádorová onemocnění

snížená hladina: zpravidla jen relativní, při zmnožení neutrofilů

Monocyty:

zvýšená hladina: infekce viry, prvoky, parazity, dále při tuberkulóze, onemocněních pojivové tkáně – systémový lupus erythematosus, revmatoidní artritida, chronická zánětlivá střevní onemocnění (Crohnova choroba, ulcerózní kolitida), sarkoidóza, lymfomy, monocytová leukémie

snížená hladina: aplastické anémie, chronická lymfadenóza, terapie glukokortikoidy.

Biochemické vyšetření

- Osmolalita, iontogram
- glykémie, lab. vyšetření DM
- Krevní bílkoviny, imunoglobuliny
- jaterní testy, bilirubin, lipidogram
- vyšetření ledvinných funkcí a vyšetření moči

Voda v těle

- **celková tělesná voda CTV** je 50 – 70 % celkové tělesné hmotnosti, dále se dělí do následujících prostor:
 - Intracelulární ICT – 40%
 - Extracelulární ECT – tekutina tvoří 20% a ta se dále dělí na intersticiální (IST 15% tkáňový mok), intravaskulární 5% (krevní plasma PT)
 - Transcelulární tekutina TT – např. tekutina v trávicím traktu, ve vývodném systému ledvin
 - Třetí prostor – je tekutina, která se objevuje za patologických podmínek, může mít velký objem (příkladem je ascites)

Osmolalita

- **Osmolarita je definovaná jako látková koncentrace rozpuštěných částic (mol/l roztoku), osmolalita je látkové množství částic na kg rozpouštědla, jednotkou osmolality je osmol.**
 - Udržení konstantního objemu buněk je nezbytné pro jejich existenci a normální funkci. Za fyziologických podmínek a hlavně za patologických podmínek, je objem buňky vystaven vlivu změn osmotického tlaku v intracelulárním a extracelulárním prostředí.
- **Osmotický gradient**
 - osmotická koncentrace mezi intracelulárním a extracelulárním prostorem je stejná.
 - Pokud nastane změna koncentrací rozpuštěných látek intra/extracelulárně, voda prochází volně buněčnou membránou do vyrovnání tohoto rozdílu - Což vede buď k otoku buňky či jejímu svrštění. Nejvíce citlivé na tyto změny jsou mozkové buňky. Objem buňky může být zvětšen či zmenšen změnou osmoticky aktivních látek uvnitř buňky. Uplatňují se anorganické ionty: zejména Na, K, Cl, malé organické osmolity: polyoly (sorbitol, aminokyseliny a jejich deriváty – například – taurin, alanin,) glukóza a urea
 - Hodnoty objemu jednotlivých tělesných tekutin mají význam pro výpočet deficitu či nadbytku, všech osmoticky aktivních látek v jednotlivých tělesných oddílech.
- **Vyšetřovací metody**
 - měření osmolality v séru, provádí laboratoř z krevního vzorku. Jednotkou je mosm/kg
 - odhad výpočtem z koncentrace Na⁺, urey a glykémie
 - **osmolalita mmol/kg H₂O = 2 [Na⁺] mmol/l + [urea] mmol/l + [glykémie] mmol/l. (1)**
- **Osmotická mezera (Osmolality gap)**
 - hodnoty získané výše uvedenou metodou se liší o 5-10 mmol/kg H₂O od měřené (norma pod 10). Pokud je rozdíl vyšší mluví se o tzv. „Osmolal gap.“, které nás vede k podezření na přítomnost látek o malé molekule, s nimiž výpočet nepočítá. Např. toxiny, acetylsalicylová kyselina, alkohol a manitol

Ionty

- Na – 135-144mmol/l
- zákl.iont ECT
- Hyponatrémie - diluce, hrudní infekce, nedostatek energie
- vznik-nadbytek čisté vody(hrazení ztrát tekutin infusemi glukosy bez krystaloidů),nedostatek iontů Na(ledviny ,průjmy,zvracení)
- cefalea.křeče,desorientace,hypotenze, tachykardie
- Hypernatrémie – dehydratace, cerebrální příčiny
- vznik-ztráta čisté vody, nadbetek iontů Na

Ionty

- Cl – 94-108mmol/l
- společně s hydrogenuhličitanem hlavní aniony v krvi
- následuje natrium
- snížení: zvracení, pocení
- zvýšení: cirhosa, CHRI

Ionty

- K – 3,5-5,1mmol/l
- Hypokalémie – svalové křeče, tendence k arytmiím, oblenění peristaltiky až paralytický ileus
- vznik-přesun kalia do buněk (inf glu+inz), ztráty ledvinami
- Hyperkalémie – svalová ztuhlost, zástava srdce v diastole
- vznik-přesun kalia z buněk (acidóza, hemolýza, katabolizmus)

Ionty

- Ca – 2,25-2,75mmol/l
- hypokalcémie – svalové křeče, tendence k arytmiím, snížená krevní srážlivost
- pankreatitida, CHRI, hypoparatyreosa
- hyperkalcémie – zácpa, svalová ztuhlost, hyperpyrexie, zmatenost, zástava srdce v systole
- uvolnění z kostí, hypervitaminosa D

Ionty

- Mg – 0,80-1,00mmol/l
- hypomagnézémie – zhoršení anginy pectoris, tendence k arytmiím, svalové křeče (malnutrice, cirhosa)
- hypermagnézémie – slabost, zvracení, obstipace, bolesti břicha

Ionty III

- P – 0,80-1,50mmol/l
- hypofosfatémie – nedostatečné uchování energie, slabost
- hyperfosfatémie – svalové křeče, arytmie
- Fe – 9,5-29,9umol/l
- hypochromie – anémie, únavnost, poruchy imunity, lomivost nehtů, pálení jazyka
- hemosideróza – bronzové zbarvení kůže, hepatopatie

Glykémie

- norma 3,3-6,1 mmol/l
- hypoglykémie – hlad, pocení, třes, poruchy okohybných svalů
- hyperglykémie – zvýšená žízeň, močení, svědění genitálu
- ketoacidotické koma – acetonový zápach, hyperglykémie, metabolická acidóza
- laktacidotické koma – pouze zvýšený laktát v séru – bez hyperglykémie, metabolická acidóza
- hyperosmolární koma – dehydratace, hyperglykémie, zvýšená hladina urey

Hyperglykemie

- diagnóza diabetu je založena na průkazu hyperglykémie (klinika je nekonstantní, a proto její absence diagnózu diabetu nevylučuje)
- glykémie nalačno (nejméně 8 hod po příjmu poslední potravy)
- náhodná glykémie (kdykoli během dne bez ohledu na příjem potravy)

Diabetes

- náhodná glykémie vyšší než 11,0 mmol/l v kap. krvi u symptomatického jedince-DM, potvrdit gly nalačno vyšší než 6,9 mmol/l. nejsou-li přítomny příznaky
- Gly nalačno opakovaně nižší než 5,6 mmol/l vylučuje diabetes
- Gly nalačno opakovaně vyšší než 6,9 mmol/l svědčí pro diagnózu diabetu
- Gly mezi 5,6 a 6,9 mmol/l (tzv. hraniční glykémie nalačno) oGTT
- oGTT DM glyk za 2 hodiny vyšší nebo rovné 11,1 mmol/l

Krevní bílkoviny

- celková bílkovina, albumin
- norma 62-85g/l, 36-54g/l
- hypoproteinémie, hypalbuminémie – zhoršené hojení ran, otoky, plicní edém
- zvýšení hladiny bílkovin, hyperviskózní syndrom – např. mnohočetný myelom

- proteiny akutní fáze – prealbumin, transferin, fibrinogen

Imunoglobuliny

- dříve ELFO bílkovin – albumin, alfa-, beta-gama-globulin(kvantitativní posouzení bílk.spektra)
- gama – globuliny – dnes imunoglobuliny
 - IgA – slizniční imunita
 - IgM – reaguje na akutní fázi zánětu
 - IgG - dlouhodobá imunita
 - IgE - alergie
 - IgD - význam není přesně známý

Jaterní testy

- **bilirubin** – norma 3,0 – 21,0 $\mu\text{mol/l}$ (2-3x žluté sclery a kůže)
- vznik rozpadom hemu (Hgb z ery)
- žlčové farbivo
- vznik v hladkom endoplazmatickom retikule retikuloendoteliálnych buniek (slezina, pečeň, kostná dreň) pôsobením **hemoxigenázy**, väčšina sa vylúči do čreva ako súčasť žlče
- Nekonjugovaný (nepriamy) bilirubín -vo vode nerozpustný, viaže sa na albumín transport zo sleziny do jater
- Konjugovaný (priamy) bilirubín -je vo vode rozpustný, konjuguje sa s kyselinou glukuronovou v jatrach, vyloučen do žluče

Jaterní enzymy

- AST–aspartáttransferáza – 0,17-0,83ukat/l
- ALT-alanintransferáza – 0,17-0,83ukat/l
- GMT–glutamyltransferáza- 0,18-0,65ukat/l
- ALP-alkalická fosfatáza - 0,73-2,60ukat/l
- LD -laktát dehydrogenáza- 4,40-8,70umol/l
- zvýšení AST,ALT – poškození jaterní buňky
- zvýšení GMT, ALP – obstrukce žlučových cest
- zvýšení LD – reakce na anaerobně probíhající metabolismus
- Alfa fetoprotein
- CEA

Lipidový soubor

- cholesterol celkový – 3,8-5,2mmol/l
- HDL cholesterol – nad 1,4 mmol/l
- LDL cholesterol - pod 3,5 mmol/l
- VLDL cholesterol, chylomikra
- triglyceridy – 0,60-2,00 mmol/l
- aterogenní indexy – poměrná čísla vyjadřující souhrnný vliv AS
- ***Celkový cholesterol/HDL-cholesterol***
- aterogenní index: < 5,0

Acidobazická rovnováha – ABR

- vyšetření dle Astrupa (rovnováha mezi kyselými a zásaditými látkami uvnitř organismu)
- ABR je udržována pomocí tzv. pufrů (*nárazníků*), které vyrovnávají okamžité výkyvy ABR, a pomocí plic, ledvin a jater, které umožňují dlouhodobou kompenzaci poruch ABR
- porucha rovnováhy ve prospěch kyselin se označuje jako **acidóza**, porucha ve prospěch zásaditých látek jako **alkalóza**

Acidobazická rovnováha

- kapilární arterializovaná krev
- arteriální krev – respirační poruchy
- venózní krev – metabolické poruchy
- pH – 7,35 – 7,45
- pO_2 – 8,0-12,0 kPa
- hypoxémie vede ke tkáňové hypoxii – až orgánové selhání
- hypersaturace kyslíkem – až mozkový edém
- pCO_2 – 3,5-5,1 kPa
- hypokapnie – při hyperventilaci – tendence ke křečím
- hyperkapnie – při respiračním selhání, narkóza CO_2

Acidobazická rovnováha – ABR II

- HCO_3^- - 22-27 mmol/l
- snížení – metabolická acidóza, respirační alkalóza
- zvýšení – metabolická alkalóza, respirační acidóza
- BE – base excess - -3 - +3 – odchylka bazí od kalkulované normy (metabolické acidóze odpovídá záporný BE a metabolické alkalóze odpovídá kladný BE)
- saturace – 96-100%,
- dlouhodobější snížení vede k orgánovému selhání, jednodušší měření pulzním oxymetrem

Funkční zkoušky I

- oGTT – orální glukózový toleranční test
- provedení – vyšetření glykémie nalačno
 - roztok glukózy 1g/kg hmotnosti
 - vyšetření glykémie a glykosurie za 1 a 2 hod
- hodnocení –
 - norma – zátěžová hodnota nesmí převýšit 11,0 mmol/l, do dvou hodin návrat pod 7,8 mmol/l
 - porušená glukózová tolerance – zpomalený návrat (za 2 hod 7,9-11 mmol/l)
 - diabetes mellitus – za 2 hod nad 11mmol/l
 - při glykémii nalačno nad 8,0 je oGTT KI!!

Funkční zkoušky II

- křivka železa – vyšetření hladiny Fe, podání p.o. Fe, vyšetření hladiny za 1 a 2 hodiny – informuje o schopnosti resorbovat Fe, současně o kvalitě střevní stěny
- EHIDA – kyselina iminodiodoctová – extrakce jaterním parenchymem, exkrece do žluči, koncentrace ve žlučnÍku, reakce žlučnÍku na podnět – funkce jater i funkce žlučnÍku a žlučovÝch cest – EF žlučnÍku

Funkční zkoušky III

- koncentrační pokus – koncentrační schopnost ledvin, dříve žízněním, dnes podáním ADH – norma sp.v. 1016-1020, max. koncentrace až 1035.
- kreatininová clearance
 - glomerulární filtrace - čistící schopnost ledvin – norma 1,0-2,2ml/s – hodnocení po 3 hod (fyziologické kolísání) nebo za 24 hod
 - tubulární resorpce – schopnost zpětné resorpce vody z primární moči – norma 0,988-0,998

Funkční zkoušky IV

- proteinurie – ztráta bílkovin močí, norma – do 150mg/24hod
 - selektivní – pouze malé molekuly
 - neselektivní – všechny molekuly

- mikroalbuminurie – detekce malých množství albuminu v moči – u diabetiků při počínající diabetické nefropatii - norma – 28-250mg/24hod

Vyšetření ledvin a močových cest

- fyzikální vyšetření
- pohled – poloha pacienta při kolice, zbarvení kůže při renálním selhání, vzhled moči
- poklep – tapottement, ztemnění nad plným močovým měchýřem
- pohmat – Israeliho hmat, bolest podél ureterů, resistance v místě plného močového měchýře
- per rectum – velikost prostaty, povrch, konsistence, fixace

Vyšetření ledvinných funkcí

- **Sérová koncentrace kreatininu**

- Norma: 50–100 $\mu\text{mol/}$
- Hyperbolická závislost c kreatitninu a GFR
- s úbytkem svalové hmoty fal. Nízké hodnoty kretitninu

- **GFR- vypočtená hodnota na základě Kr**

- $\frac{U \cdot V}{P} = C_{kr}$

- U = koncentrace látky v moči, V = objem moči za časovou jednotku, P = koncentrace látky v plazmě

Hodnoty glomerulární filtrace podle věku a pohlaví:

Věk	pohlaví	GF [ml/s/1,73m ²]
2–20 let	bez rozdílu	1,80 ± 0,40
20–40 let	muži	2,17 ± 0,39
20–40 let	ženy	2,09 ± 0,28
40–60 let	muži	1,85 ± 0,60
40–60 let	ženy	1,50 ± 0,50

Biochemické vyšetření moči

- moč+sed
- chemicky - pH, B, C, Ac, Ubg, Bil, Hb
- sediment – Ery, Leu, válce, epi, soli, bakt.
- Hamburger sed/3hod - Ery do 2000, Leu do 4000, válce do 60
- kvantitativní proteinurie/24hod – do 150mg
- mikroalbuminurie
- analýza konkrementů
- odpady urey, kreatininu, iontů
- bakteriologie, sterilní pyurie, chlamydie, plísně

Děkuji za pozornost!