

Vyšetření krevního obrazu

MUDr. Marcela Pipková

Krev je tělní tekutina tvořená krevními buňkami, které jsou rozptýleny v plazmě. Krevní buňky vznikají v kostní dřeni a rozlišují se na červené, bílé krvinky a krevní destičky. Plazmu tvoří především voda, ionty a bílkoviny. Krev zajišťuje přívod živin, kyslíku do tkání a odvod oxidu uhličitého a produktů metabolismu a dále přenáší celou řadu látek (hormony, vitaminy, aj.). Uplatňuje se na udržení stálosti vnitřního prostředí, obranyschopnosti organismu a také se podílí na udržování tělesné teploty. Většina chorob způsobí změnu ve složení krve.

Krevní obraz, jehož výsledkem je hemogram, je základní vyšetření krve, při kterém se stanovují jednotlivé druhy a počty krvinek a jejich parametrů v periferní krvi.

Fyziologické laboratorní hodnoty se v průběhu života každého jedince mění. Největší změny pozorujeme těsně po narození a pak v průběhu dalšího vývoje. K určitému ustálení dochází těsně v prepubertálním až postpubertálním věku. Každá věková kategorie a každá laboratoř má své referenční meze. Referenční meze nejsou závislé jen na věku, ale mohou se fyziologicky měnit i v průběhu dne. Dále mohou být závislé na poskytované léčbě, jídle, fyzické zátěži, těhotenství a přístrojovém a metodickém vybavení jednotlivých laboratoří. Správné způsoby odběru a hodnoty referenčních mezí by měla poskytnout každá laboratoř.

Vyšetření krevního obrazu zahrnuje následující stanovení:

- **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

Doplňujícím vyšetřením krevního obrazu je diferenciální **rozpočet bílých krvinek**, který stanovuje zastoupení jednotlivých podtypů bílých krvinek, ke kterým patří:

- **neutrofilý** – 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

Kdy se vyšetřuje krevní obraz?

Vyšetření krevního obrazu je součástí každého celkového vyšetření, které se provádí:

- v rámci preventivní prohlídky
- v případě onemocnění, ke sledování jeho průběhu a reakce na léčbu
- jako součást předoperační přípravy
- při příznacích chudokrevnosti (snížená výkonnost, slabost, bledost, dušnost, zrychlená srdeční frekvence), pro rozhodování o nutnosti podání krevní transfúze a sledování jejího efektu

- při podezření na infekci
- při krvácivých stavech
- ke zjištění rizika trombotických stavů (tvorba krevních sraženin v cévách)
- při podezření na nádorová onemocnění, sledování nemocí kostní dřeně, krve a jejich reakci na léčbu
- při užívání některých léků

Jak se krevní obraz vyšetřuje?

Jedná o odběr periferní žilní krve, tzv. plné krve do zkumavky s EDTA (kyselina ethylendiamintetraoctová, vyvázáním vápníku pomocí této kyseliny se krev stává nesrážlivou). V dnešní době je k vyhodnocení krevního obrazu běžně používáno tzv. **strojového krevního obrazu**, t.j. vyhodnocení automatickým analyzátozem. Počty a relativní zastoupení jednotlivých buněčných řad jsou analyzovány za pomoci **průtokové cytometrie**. Průtoková cytometrie určí nejenom množství buněk jednotlivých buněčných typů v jednotce objemu, ale také objemy daného typu. Některé abnormální buňky mohou být identifikovány nepřesně (např. schistocyty, nezralé a leukemické formy leukocytů). V případě podezření na přítomnost abnormálních buněčných typů je tedy nutné vyhodnocení krevního nátěru pod mikroskopem, tzv. **ruční diferenciál**. **Krevní nátěr** je mikroskopický preparát získaný rozetřením kapky krve na sklíčku s následným obarvením. Požadavek na mikroskopické vyšetření je nutno na žádance zaškrtnout. V některých laboratořích při přítomnosti leukocytózy v krevním obraze automaticky doplňují nejprve strojové vyšetření diferenciálního rozpočtu leukocytů a dle výsledku i ruční diferenciál.

Mikroskopické vyšetření krevního obrazu je také důležité k vyloučení tzv. falešné trombocytopenie neboli pseudotrombocytopenie, kdy dojde ke shlukování (agregaci) trombocytů v odebrané krvi v EDTA a nález je analyzátozem vyhodnocen jako trombocytopenie. V tomto případě nám pomůže jednak mikroskopické vyšetření krevního nátěru, jednak nový odběr periferní krve, ale do zkumavky s obsahem citrátu (též nesrážlivá krev, v citrátu nedochází ke shlukování trombocytů). Koncentrace hemoglobinu se určuje za pomoci **kolorimetrie** (= absorpční spektrometrie). Hematokrit je stanoven po centrifugaci vzorku jako poměr (procentuální hodnota) kondenzovaného („namačkaného“) objemu buněčných elementů (Ery + Leu + Trombo) vzhledem k celkovému objemu. Parametry erytrocytů (MCV, MCH, MCHC) jsou vypočítány pomocí rovnic. Mikroskopickým

vyšetřením krevního nátěru zjistíme také různé morfologické změny červených krvinek. Například sférocyty (kulovitý tvar) u hemolytických anémií, stomatocyty (centrální štěrbinovité projasnění) u alkoholiků, fragmentované erytrocyty (schistocyty) u mikroangiopatických nebo traumaticky podmíněných hemolýz, dakryocyty (slizičkové erytrocyty) u myelofibrózy, echinocyty (s hrotnatými výběžky na povrchu) u urémií – následkem poškození glomerulů a u stavů po splenektomiích (zde též Howellova-Jollyho inkluzní tělíška uvnitř erytrocytů).

Červená krevní 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 erytropoetinu v ledvinách, nádory produkující erytropoetin (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 erytropoetinu, tvorba protilátek proti erytropoetinu, 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, aplazie kostní dřene, retikulocytóza (mladé formy erytrocytů jsou větší), užívání některých léků – antikonvulziva, kontraceptiva, 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 (trombocytémie, 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

Leukocyty:

zvýšená hladina – při zvýšené tvorbě, urychleném výstupu leukocytů z kostní dřeně, při přesunu zásob leukocytů do cirkulace, při sníženém odsunu leukocytů z krve do tkání

snížená hladina – při nedostatečné tvorbě v kostní dřeni, sníženém vyplavení leukocytů do cirkulace, zvýšené spotřebě/zániku leukocytů

leukocytopenie je spojena s poruchou imunitní obrany a vyšším výskytem infekčních či nádorových onemocnění

✓ Neutrofilly:

zvýšená hladina - zrychlené vyplavování neutrofilů do cirkulace - zvýšenou potřebou při zánětu – zejména u těžkých bakteriálních infekcí s vyplavováním mladých forem neutrofilních leukocytů (tyčky, tzv. posun doleva), dále při hypoxii tkání, stresu (bolest, chlad, teplo), při generalizovaných maligních onemocněních, po užití některých léků (kortikoidy, adrenalin, lithium), sníženém odsunu neutrofilů z cirkulace do tkání (při

dlouhodobém užívání kortikoidů), akutní a chronické myeloidní leukemii, u jiných myeloproliferací, nekrózy tkáně (infarkt myokardu), chronických zánětlivých onemocněních (vaskulitidy, nespecifické střevní záněty, revmatoidní artritida apod.)

Zvláštní formou je **leukemoidní reakce** (nad 30 000 segmentovaných i mladších granulocytů) u sepsi, endokarditid, miliární tbc a metastáz nádorů.

snížená hladina - snížená tvorba v důsledku poškození kostní dřeně – vrozeném (aplastická anemie) či polékovém (cytostatika, psychofarmaka, imunosuprese, thyreostatika), ozařování, při infiltraci kostní dřeně nádorovými buňkami, změna rozložení neutrofilů – při splenomegalii, virové infekci, hromaděním neutrofilů v zánětlivém ložisku, zvýšený zánik neutrofilů – u některých autoimunitních onemocněních (výskyt protilátek proti neutrofilům, např. systémový lupus erythematosus), tvorbu protilátek mohou vyvolat i některé léky, lymfatické a monocytové leukémie.

Při hodnocení neutropenií je podstatný pokles jejich absolutního počtu, relativní hodnoty mohou být zavádějící.

✓ **Lymfocyty:**

zvýšená hladina- virové infekci (infekční mononukleóza, cytomegalovirus), také u pertusse, tuberkulózy, toxoplazmózy, akutní a chronická lymfatická leukémie, lymfomy, autoimunitní a chronická zánětlivá onemocnění, nedostatečnost kůry nadledvin – hypokortikalismus, relativním zvýšením lymfocytů při snížení počtu neutrofilů, eosinofilů, basofilů.

snížená hladina - poškození kostní dřeně, 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 pokročilých Hodgkinovy choroby, Wiskottova-Aldrichova syndromu (vrozené onemocnění se sníženými hladinami krevních destiček, ekzémem a zvýšenou náchylností k infekcím - s poklesem T lymfocytů), neurologická onemocnění (roztřesená skleróza)

Důležitým údajem je i absolutní počet T-lymfocytů, který se pohybuje mezi 800–2600×10⁹/l; z toho lymfocytů CD 4 (pomáhajících) je 600–1500, CD 8 (potlačujících) pak 200–800×10⁹/l. Jejich vzájemný poměr je 2,0.

✓ **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 erythematodes, revmatoidní artritida, chronická zánětlivá střevní onemocnění (Crohnova choroba, ulcerózní kolitida), sarkoidóza, lymfomy, monocytová leukémie

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

Zdroje:

<http://www.labtestsonline.cz/tests/cbc.html?mode>

http://www.wikiskripta.eu/index.php/Krevn%C3%AD_obraz

http://www.propedeutika.cz/met_lab_KO.html

<https://www.toplekar.cz/laboratorni-hodnoty/krevni-obraz.html>