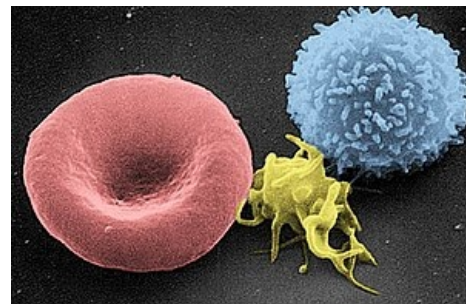


Krevní obraz

(Celkový) **krevní obraz** (KO) je běžné screeningové vyšetření. Provádí se při každém příjmu do nemocnice, stejně jako při podezření na hematologické nebo vážnější infekční onemocnění.

Součásti KO:

- Leukocyty (Leu, WBC) + tzv. diferenciál, tj. procentuální zastoupení lymfocytů, monocytů, neutrofilních, bazofilních a eosinofilních granulocytů.
- Erytrocyty (Ery, RBC).
- Parametry erytrocytů, tj. jejich objem (MCV), obsah hemoglobinu v buňce (MCH), jeho koncentrace v buňce (MCHC), distribuční šíře objemu erytrocytů (RDW).
- Obsah hemoglobinu na objem krve (Hb) a hematokrit (Hct).
- Trombocyty (Tr, PLT).



Červená krvinka (vlevo), krevní destička (uprostřed) a bílá krvinka (vpravo)

Postup a použité metody

Žilní krev je odebrána do zkumavky s EDTA. 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 (schistocyty, nezralé a leukemické formy leukocytů). V případě podezření na přítomnost abnormálních buněčných typů je nutné vyhodnocení pod mikroskopem zkušeným laboratorním pracovníkem (tzv. „manuální“ diferenciál). Hb koncentrace je určena s použitím kolorimetrie (= absorpční spektrometrie). Hct je stanoven po centrifugaci vzorku jako poměr (procentuální hodnota) kondenzovaného („namačkaného“) objemu buněčných elementů (Ery + Leu + Tr) vzhledem k celkovému objemu. Parametry erytrocytů (MCV, MCH, MCHC) jsou vypočítány pomocí jednoduchých rovnic.

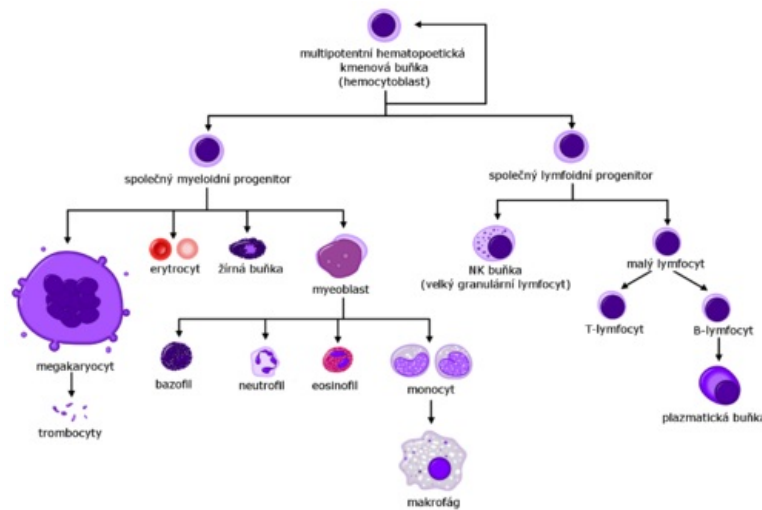
Fyziologické hodnoty

Parametr	Muži	Ženy	Jednotka a komentář
Ery	5±0,7	4,6±0,7	× 10 ⁶ /μl (= 10 ¹² /l)
Hb	150±20	140±20	× g/l (také se vyjadřuje g/dL)
Hct	0,46±0,06	0,43±0,06	(nebo × 100 v procentech)

Retikulocyty: 0,5-1,5 %

- Odráží dynamiku změn v počtu erytrocytů. Snížené hodnoty obvykle znamenají anémii z nedostatečné produkce, zatímco zvýšené hodnoty anémii ze zvýšených ztrát.

Parametr	Výpočet	Hodnota
MCV	Hct/Ery	90±5 fL
MCH	Hb/Ery	31±3 pg
MCHC	MCH/MCV = Hb/Hct	34±3 g/dl



Hematopoéza

MCV (*mean corpuscular volume*, střední objem erytrocytu),

- dělí anémie na mikrocytární, normocytární a makrocytární.

MCH (*mean corpuscular hemoglobin*, průměrné množství Hb v buňce),

- dělí anémie na hypochromní a normochromní.

MCHC (*mean corpuscular hemoglobin concentration*, střední koncentrace Hb v erytrocytech).

RDW (distribuční šíře erytrocytů): **11,5-14,5 %**,

- podává přehled o variabilitě ve velikosti červenýchrvinek (anizocytóze).

Leu: 4000-10 000/μl (dětí asi o 25 % více, batolata – asi o 50 % více)

Diferenciální rozpočet leukocytů:

- Neutrofily: 30–85 % (děti méně);
- Lymfocyty: 20–40 % V absolutním počtu: 1500–4000/μl (děti více, až 10 000);
- Monocyty: 1–12 %;
- Eozinofily: 3±3 %;
- Bazofily: 1±1 %.

Trombocyty: 150 000–350 000/μl

Nomenklatura změn počtu buněk v KO

Buněčný typ	Vzestup	Pokles
Erytrocyty	polyglobulie / polycytémie	anémie
Leukocyty	leukocytóza	leukopenie
lymfocyty	lymfocytóza	lymfocytopenie
granulocyty	granulocytóza	granulocytopenie až agranulocytóza
neutrofily	neutrofilie	neutropenie
eozinofily	eozinofilie	eozinopenie
Trombocyty	trombocytóza	trombocytopenie
Všechny řady		pancytopenie

Příčiny změn v krevním obraze

Červená krevní řada

Parametr	Zvýšen	Snížen ^[1]
Hemoglobin	polycytémie, pobyt ve výškách, stavy spojené s hypoxií, nádory produkující erythropoetin (např. karcinom ledviny), stresové stavy, kuřáctví, dehydratace	anémie, hemolýza, renální insuficience, krevní ztráty, aplázie dřeně, léky (chloramfenikol, zlato), gravidita (převládá hemodiluce nad pouze mírným vzestupem erytromasy)
Počet erytrocytů	polycytémie, pobyt ve výškách, srdeční onemocnění, nádory produkující erythropoetin, stres, kuřáctví, hemokoncentrace	anémie, hemolytické stavy, renální insuficience, krevní ztráty, aplázie dřeně, toxické látky (benzol), léky (chloramfenikol)
MCV	karence B12 (perniciózní anémie), nedostatek kyseliny listové, jaterní onemocnění, abusus alkoholu, myxedém, aplázie dřeně, retikulocytóza (mladé formy erytrocytů jsou větší), myelofibróza (v nátěrech typické slzičkové erytrocyty – dakryocyty), léky (antikonvulziva)	karence Fe, hemoglobinopatie (talasemie), anémie chronických onemocnění, sideroblastické anémie, otrava olovem
Distribuční šíře erytrocytů	vyšší MCV: karence vitamínu B12 nebo kyseliny listové, jaterní onemocnění, imunohemolytické anémie, nemoc z chladových aglutininů	
	nižší MCV: sideropenie, DIC (diseminovaná intravaskulární koagulace), konsumpční koagulopatie a stavy spojené s fragmentací erytrocytů (schistocyty), hemoglobinopatie	
Počet retikulocytů	hemolytické anémie, akutní krevní ztráty, anémie v průběhu terapie	aplastické anémie, anémie s poruchou vyzrávání červené řady, jaterní onemocnění, posttransfuzní stavy, stavy po chemoterapii

Bílá krevní řada

Parametr	Zvýšen	Snížen ^[1]
Počet neutrofilů	akutní bakteriální infekce, akutní a chronické myeloidní leukemie, myeloproliferace, generalizovaná maligní onemocnění, stresové stavy – bolest, chlad, teplo (tzv. distribuční leukocytóza s přesunem leukocytů z marginálního poolu do cirkulujícího), nekrózy tkáně (infarkt myokardu), vaskulitidy, dekompenzace diabetu s acidózou, léky (G-CSF a GM-CSF – faktory stimulující kolonie granulocytů, resp. granulocytů a makrofágů, lithium, kortikoidy, adrenalin), leukemoidní reakce (nad 30 000 segmentovaných i mladších granulocytů) u sepsí, endokarditid, miliární tuberkulózy a metastáz nádorů	virové infekce, aplastické anémie, rtg záření, agranulocytóza, imunosuprese, léky (antibiotika, chemoterapeutika, tyreostatika, analgetika, psychofarmaka), lymfatické a monocytové leukémie CAVE! Při hodnocení neutropenií je podstatný pokles jejich absolutního počtu.
Počet lymfocytů	chronické infekce, tuberkulóza, chronická lymfadenóza, infekční mononukleóza, další virózy, chronická lymfadenóza, Hodgkinova choroba, hypokortikalismus, idiopatická proktokolitida, idiopatická trombocytopenická purpura	AIDS a přidružená onemocnění, poškození kostní dřeně po chemo- a radioterapii, léčba steroidy, hyperkortikalismus, aplastická anémie, neurologická onemocnění (roztroušená skleróza)
Počet monocytů	virové, protozoární a parazitární infekce, granulomatózní choroby (sarkoidóza, Crohnova choroba), nádory (maligní lymfomy, monocytová leukemie)	aplastické anémie, chronická lymfadenóza, terapie glukokortikoidy
Počet eosinofilů	alergická onemocnění, bronchiální astma, parazitární infekce (u nás nejčastěji toxokaróza, trichinelóza a střevní helmintózy), lékové alergie, kolagenózy, angioneurotický edém, Hodgkinova choroba a další generalizované malignity, kožní choroby (urticaria, pemphigus)	
Počet bazofilů	chronická myeloidní leukemie, hypotyreóza, mastocytom, event. systémová mastocytóza	

Krevní destičky

Parametr	Zvýšen	Snížen ^[1]
Počet trombocytů	maligní onemocnění (zejm. oblast GIT), zánětlivá střevní onemocnění, stavy po splenektomii, myeloproliferativní onemocnění (trombocytémie, polycythemia vera), infekce, po ztrátách krve, sideropenie, pankreatitidy	hypersplenismus (zejm. při cirhóze jater), poškození dřeně, alkohol, imunitní poruchy (nejčastěji polékové), infekce (např. Helicobacter pylori), kolagenózy, DIC a jiné konsumpční koagulopatie, septické stavy

Fyziologické změny v krevním obraze a v diferenciálním počtu v dětství

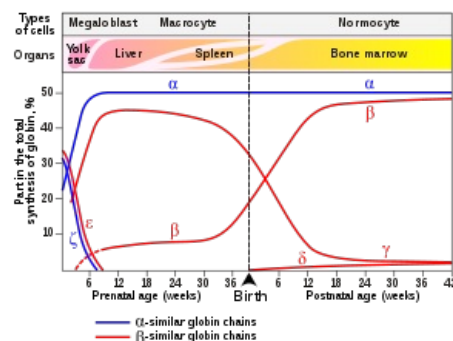
Normální hodnoty červených a bílých krvinek v periferní krvi se u dětí mění v závislosti na věku.

Hemoglobin

V perinatálním období je hemoglobin (Hb) složen z 80 % z fetálního hemoglobinu (HbF – řetězce $\alpha_2\gamma_2$) a z 20 % z hemoglobinu dospělých (HbA1 – řetězce $\alpha_2\beta_2$). Po narození dochází během 6–12 měsíců k výměně fetálního hemoglobinu za hemoglobin dospělých.

Erytrocyty

V prvních dnech po narození je přítomna krátkodobá polyglobulie (relativní polycytémie) s koncentrací hemoglobinu kolem 195 g/l v důsledku redukce objemu krve, zvýšený počet retikulocytů na 3 % a makrocytóza erytrocytů. Po novorozeneckém období dochází k plynulému poklesu hladiny hemoglobinu v důsledku utlumené erytropoézy. Ve věku 10 týdnů je dosaženo nejnižší hodnoty hladiny hemoglobinu (až 95 g/l, průměrně 115 g/l) – tento jev se někdy nazývá „anémie tříměsíčního období“. Následuje plynulý vzestup až do dosažení hodnot dospělých po skončení puberty. Normální hodnota retikulocytů se pohybuje kolem 1 % a doba životnosti erytrocytu v krvi je 120 dní. U nedonošených dětí je pokles hemoglobinu výraznější díky nedostatečné produkci erytropoetinu – „anémie nedonošených“. Pokles Hb je kompenzován posunem disociační křivky kyslíku doprava a lehčím výdejem kyslíku do tkání. Mění se také objem erytrocytů. Po narození je 119 fl (makrocytóza), poté klesá na 70–77 fl v 6 měsících a postupně stoupá na 80–90 fl v dospělosti.^{[2][3]}



Genová exprese hemoglobinu před a po narození (data on Wood W.G., (1976). Br. Med. Bull. 32, 282.).

Věk	Hemoglobin (g/l)	Hematokrit (%)	Erytrocyty ($10^{12}/l$)	Retikulocyty (‰)	MCV (μm^3)	Poznámka
1 den	140-240	58-62	4,5-6,5	15-65	106±7	polyglobulie
1 měsíc	110-170	30-37	3,9-5,3	3-13	100±6	
3 měsíce	100-130	30-37	3,2-4,3	10-35	88±6	„anémie tříměsíčního období“
1 rok	110-150	33-40	4,2-5,5	3-13	73±8	
13-17 let muži	130-160	39-47	4,8-5,7	1-13	78±8	
13-17 let ženy	110-160	36-44	4,3-5,5	1-15	78±8	

Leukocyty

Počet leukocytů během prvních dnů života prudce stoupá až na hodnoty okolo $20 \times 10^9/l$ (leukocytóza tvořená granulocyty – neutrofily, eosinofily a bazofily) – neutrofilie s posunem doleva. Asi po jednom týdnu opět ubývá leukocytů („první překřížení“ v 5. dni)^[3] a objevuje se převaha lymfocytů (relativní lymfocytóza) do věku 4. roku, pak se poměr neutrofily/lymfocyty vyrovnává a později převažují granulocyty až do stáří („druhé překřížení“ v 5. roce). Monocyty tvoří v diferenciálním rozpočtu 5-10 % buněk.^{[2][3]}

Trombocyty

Normální počet je $140-400 \times 10^9/l$ bez závislosti na věku, objem 7-11 fl a doba jejich života v cirkulaci 7-10 dní.^[3]

 Podrobnější informace naleznete na stránce *Fyziologické a patofyziologické poznámky k dětské hematologii (pediatrie)*.

Odkazy

Související články

- Krev
- Krevní plazma
- Odběry krve na vyšetření
- Hemokoagulace ■ Vyšetření krevní srážlivosti ■ Vyšetření krvácivosti ■ Sedimentace erytrocytů
- Biochemická analýza krve ■ Laboratorní vyšetření acidobazické rovnováhy
- Hemokultura ■ CRP ■ PCT
- Fyziologické hodnoty krevních elementů

Externí odkazy

- Krč, I.: Hematologie – hodnocení krevního obrazu (http://www.solen.sk/index.php?page=pdf_view&pdf_id=2830)

Reference

- KRČ, I. HEMATOLOGIE – HODNOCENÍ KREVNÍHO OBRAZU. *UROLÓGIA PRE PRAX* [online]. 2007, roč. -, vol. 5-6, s. 231-232, dostupné také z <http://www.solen.sk/index.php?page=pdf_view&pdf_id=2830>.
- MUNTAU, Ania Carolina. *Pediatrie*. 4. vydání. Praha : Grada, 2009. s. 233. ISBN 978-80-247-2525-3.
- LEBL, J, J JANDA a P POHUNEK, et al. *Klinická pediatrie*. 1. vydání. Galén, 2012. 698 s. s. 529-530. ISBN 978-80-7262-772-1.
- MUNTAU, Ania Carolina. *Pediatrie*. 4. vydání. Praha : Grada, 2009. s. XX. ISBN 978-80-247-2525-3.

Použitá literatura

- NEČAS, Emanuel. *Patologická fyziologie orgánových systémů, část I*. 2. vydání. Praha : Nakladatelství Karolinum, 2007. ISBN 978-80-246-1291-1.