



VOJENSKÁ NEMOCNICE OLOMOUC
Sušilovo nám. 5, 779 00 Olomouc Oddělení klinických laboratoří
Tel.: 973 407 180, 973 407 286, e-mail: laborator@vnol.cz

Popis laboratorního vyšetření

Acidobazická rovnováha a deriváty hemoglobinu	
Analyzovaný materiál	Plná nesrážlivá krev
Příprava před odběrem	Nejsou stanoveny zvláštní požadavky.
Odběrový materiál	Anaerobní odběr nesrážlivé krve: Plastové heparinizované kapiláry safe Clinitubes (100 µl, suchý elektrolyticky vyvážený heparin) Plastová stříkačka PICO (suchý elektrolyticky vyvážený heparin)
Odběr	R060- Pokyny pro zdravotnický personál-odběr krve
Transport a skladování	Transport: Bezprostředně po odběru doručit do laboratoře, nejdéle do 10 minut! Kapiláry i stříkačky transportovat ve vodorovné poloze! Stabilita plné krve: Plastová stříkačka 15-25°C 30 minut Kapiláry 15-25°C 15 minut
Dostupnost	Rutina, statim
Analytická metoda	Spektrofotometrie (hemoglobin)

Referenční interval	Věk	pH	pCO ₂ [kPa]	pO ₂ [kPa]	Akt. HCO ₃ [mmol/l]	BE [mmol/l]	BB [mmol/l]	Sat.HbO ₂
	0 - 6 T	7,330 - 7,490	3,56 - 5,37	8,00 - 10,10	7,2 - 23,6	-10,0 - -2,0		0,40 - 0,90
	6 T - 1 R	7,340 - 7,460	3,51 - 5,48	9,50 - 14,00	19,0 - 24,0	-6,6 - 0,2		0,92 - 0,98
	1 - 15 let (muži)	7,360 - 7,440	4,80 - 6,14	9,50 - 14,00	21,0 - 26,0	-2,3 ± 2,3	42,1 - 53,9	0,92 - 0,98
	1 - 15 let (ženy)	7,360 - 7,440	4,40 - 5,73	9,50 - 14,00	21,0 - 26,0	-2,3 ± 2,3	42,1 - 53,9	0,92 - 0,98
	15 - 115 let (muži)	7,360 - 7,440	4,80 - 6,14	9,50 - 14,00	21,0 - 26,0	-2,3 ± 2,3	42,1 - 53,0	0,92 - 0,98
	15 - 115 let (ženy)	7,360 - 7,440	4,40 - 5,73	9,50 - 14,00	21,0 - 26,0	-2,3 ± 2,3	42,1 - 53,0	0,92 - 0,98
	<p>Karboxylhemoglobin: 0-0,020 rel.j. (podíl z celkového počtu Hb)</p> <p>Methemoglobin: 0-0,015 rel.j. (podíl z celkového Hb)</p> <p>Zdroj: Průša et al. Orientační rozmezí hodnot laboratorních vyšetření dle skupin, FNM 2000</p>							
Interpretace	<p>Vyšetření krevních plynů a ABR patří mezi základní metody při poruchách ventilace a respirace (např. CHOPN, astma bronchiale, srdeční vady, těžké plicní onemocnění, srdeční onemocnění), při poruchách vnitřního prostředí (u onemocnění ledvin, jater, některých otrav, při intenzivní infuzní léčbě, u poruch vnitřního prostředí vyvolaných léky.)</p> <p>pH</p> <p>Výsledné pH informuje o závažnosti poruchy vnitřního prostředí a o stupni kompenzace či korekce případné poruchy ABR. U kompenzovaných a korigovaných poruch platí, že je-li primární porucha acidóza, je aktuální pH nižší než 7,4 a naopak, je-li primární poruchou alkalóza, je aktuální pH vyšší než 7,4.</p> <p>pCO₂</p> <p>Informuje o respirační složce ABR. Hypokapnie provází hyperventilaci a respirační alkalózu, hyperkapnie naopak respirační insuficienci a respirační acidózu.</p> <p>Aktuální hydrogenuhličitany (Akt. HCO₃ [mmol/l])</p> <p>Tento parametr udává aktuální koncentraci hydrogenuhličitanů ve vyšetřované krvi.</p>							

	<p>Standardní hydrogenuhličitaný (Stand. HCO_3 [mmol/l])</p> <p>Počítaný parametr vyjadřuje, jaká by byla koncentrace hydrogenuhličitanů ve vyšetřovaném vzorku krve po vyloučení respirační poruchy, tj. po nasycení krve na $\text{pCO}_2 = 5,3$ kPa. Informuje o metabolické složce ABR. Poklesem standardních hydrogenuhličitanů je charakterizována metabolická acidóza, jejich vzestupem metabolická alkalóza.</p> <p>Přebytek bazí (base excess, BE)</p> <p>Počítaný parametr, který hodnotí metabolickou složku ABR. Je definován jako množství silné kyseliny, které by bylo třeba k vyšetřovanému vzorku přidat, aby jeho pH dosáhlo hodnoty 7,4, a to za předpokladu, že je vyloučena respirační porucha ABR (tj. $\text{pCO}_2 = 5,3$ kPa). Při metabolické acidóze by bylo nutné přidávat silnou zásadu. Odpovídající parametr se označuje jako nedostatek bazí, base deficit, BD (záporný BE). Je zřejmé, že metabolické acidóze odpovídá záporný BE a metabolické alkalóze odpovídá kladný BE. Z hodnoty BE lze, při metabolických acidózách, přímo vypočíst vhodné složení infuzních roztoků pro úpravu vnitřního prostředí.</p>
Poznámky	<p>Parciální tlak O_2 (pO_2)</p> <p>pO_2 je přímo měřený parametr, je ukazatelem oxygenace s omezeným významem - vyjadřuje "oxygen uptake" (= funkční schopnost plic vychytávat kyslík z alveolárního vzduchu). Hodnota pO_2 závisí na tělesné teplotě - pokles teploty vede k poklesu pO_2 a současně ke zvýšení solubility kyslíku v krvi. Vztah pO_2 a nasycení hemoglobinu kyslíkem znázorňuje tzv. saturační křivka hemoglobinu, která má esovitý tvar. Při poklesu pH krve, vzestupu pCO_2, tělesné teploty a koncentrace 2,3 - BPG (bis - fosfoglycerátu) dochází k posunu křivky doprava a dolů, a k snazšímu uvolňování kyslíku z vazby na hemoglobin (Bohrův efekt).</p> <p>$\text{sO}_2 = \text{cO}_2\text{Hb} / (\text{cO}_2\text{Hb} + \text{cRHb})$ O_2Hb = oxygenovaný Hb, RHb = redukovaný Hb</p> <p>Anion gap</p> <p>AG používáme při diferenciální diagnostice různých druhů metabolické acidózy. Je určen rozdílem mezi neměřenými anionty (albumin, aniont fosfátu, skupina aniontů jako laktát, β-hydroxybutyrát nebo metabolity alkoholů) a neměřenými kationty (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Li^+).</p> <p>Odhaluje podíl neměřených aniontů na vzniku metabolické poruchy.</p> <p>$\text{AG} = \text{Na}^+ + \text{K}^+ - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$</p> <p>Fyziologicky tvoří většinu AG aniont albuminu (asi 75%). Proto je při změnách albuminu vhodné AG na aktuální</p>

koncentraci albuminu korigovat. Korekce vychází z následujícího zjednodušeného empirického přepočtu:

Koncentrace aniontu albuminu v mmol/l = ¼ koncentrace albuminu v g/l

Saturace hemoglobinu kyslíkem (sO₂), tzv. funkční saturace

sO₂ je poměr mezi oxy- a deoxyhemoglobinem. Za fyziologických okolností se významně neliší od tzv. frakční saturace (O₂Hb), která oxyhemoglobin vztahuje k obsahu všech přítomných derivátů hemoglobinu, včetně dyshemoglobinů (COHb, metHb, atd.). Za patologických okolností, např. při otravě CO, se rozdíl mezi funkční a frakční saturací Hb zvyšuje (hodnota frakční saturace klesá) - dyshemoglobinémie.

Vztah pO₂ a saturace hemoglobinu kyslíkem (sO₂) znázorňuje tzv. saturační křivka hemoglobinu, která má esovitý tvar. Při poklesu pH krve, vzestupu pCO₂, tělesné teploty a koncentrace 2,3 - BPG (bis – fosfoglycerátu) dochází k posunu křivky doprava a dolů, ak snazšímu uvolňování kyslíku z vazby na hemoglobin (Bohrův efekt).

sO₂ = cO₂Hb/(cO₂Hb+cRHb) O₂Hb = oxygenovaný Hb, RHb = redukovaný Hb

Hemoglobin

Koncentrace celkového hemoglobinu v krvi je ukazatelem tzv. "oxygen transport"- potenciální kapacity krve pro transport kyslíku. Transport kyslíku navázaného na Hb může být ovlivněn poklesem koncentrace Hb, změnou mocenství centrálně uloženého železa nebo vazbou jiného plynu – viz. metHb, COHb, oxyhemoglobin, saturace hemoglobinu.

Oxyhemoglobin vzniká reverzibilní vazbou molekuly kyslíku na dvojmocné železo hemu - oxygenace. Podíl oxygenovaného hemoglobinu vzhledem ke všem přítomným hemoglobinům, včetně dyshemoglobinů, se označuje jako tzv. frakční saturace hemoglobinu (O₂Hb). Za fyziologických okolností je hodnota téměř stejná jako hodnota sO₂ (tzv. funkční saturace). Při vzestupu podílu dyshemoglobinů (např. COHb nebo MetHb) se hodnota O₂Hb snižuje a významně se liší od hodnoty saturace hemoglobinu kyslíkem (sO₂) - je pravděpodobná dyshemoglobinémie.

O₂Hb = cO₂Hb/(cO₂Hb+cRHb+cCOHb+cMetHb)

O₂Hb = oxygenovaný Hb, RHb = redukovaný Hb, COHb = karboxylhemoglobin, MetHb = methemoglobin

Karboxylhemoglobin (karboxyhemoglobin) patří mezi dyshemoglobiny (spolu s methemoglobinem a sulfhemoglobinem), kdy je vazebné místo pro kyslík (tj. dvojmocné železo) obsazeno oxidem uhelnatým. Hemoglobin má 200 až 240x větší afinitu pro oxid uhelnatý než pro kyslík, se stoupajícím podílem

karbonylhemoglobin v krvi klesá schopnost hemoglobinu vázat kyslík. Vazba je reverzibilní a může být zrušena přísunem kyslíku, nejlépe za zvýšeného tlaku (hyperbaroxie). Poločas eliminace karbonylhemoglobinu z krve je individuální (25 - 150 minut), v závislosti na tíži otravy, stavu kardiovaskulárního systému a způsobu oxygenoterapie.

Otrava CO způsobuje tkáňovou hypoxii s bolestmi hlavy, poruchou činnosti srdce a plic, poruchami vědomí až smrtí. Disociační křivka hemoglobinu se při zvýšené koncentraci COHb v krvi posouvá doleva a nahoru, do pásma zhoršeného uvolňování kyslíku z vazby na hemoglobin.

Mírně zvýšenou hodnotu COHb bez zjevného zdroje intoxikace nacházíme u kuřáků a obyvatel průmyslových lokalit. Toxické projevy nastávají obvykle při hodnotě COHb >20%, smrt může nastat při hodnotě COHb >50% z celkového Hb.

Methemoglobin (MetHb, hemoglobin) je forma hemoglobinu, která není schopna přenosu kyslíku a CO₂. Vzniká oxidací hemoglobinu (Fe^{II} se mění na Fe^{III}) například působením dusitanů, anilinových barviv, sulfonamidů či fenacetinu. Druhou příčinou je nedostatek redukovaného glutathionu (GSH) v erytrocytech nebo dědičný defekt v syntéze methemoglobinreduktázy (tento enzym je nejdůležitější složkou systému, který zajišťuje zpětnou redukci methemoglobinu v erytrocytech). Podíl na jeho vzniku má i nezralost jaterního enzymatického systému (spolu se zvýšeným podílem snadněji oxidovatelného HbF), což je obzvláště nebezpečné u nezralých novorozenců a kojenců.

Zvýšená koncentrace methemoglobinu v krvi se označuje jako methemoglobinémie, projevuje se (zvláště u nedonošených novorozenců a kojenců) tkáňovou hypoxií, cyanózou a život ohrožující poruchou vitálních funkcí. Laboratorně nacházíme rozdíl mezi hodnotou sO₂ a O₂Hb, což svědčí pro dyshemoglobinémii.

Zdroje: Klinická biochemie - třetí, přepracované a rozšířené vydání, Jaroslav Racek, Daniel Rajdl et al.
Referenční meze biochemických a farmakologických vyšetření dle věku, pohlaví, etnika, trans genderu a trimetru gravidity, Kotaška, Průša, Bunešová, Čepová
Laboratorní diagnostika, Třetí, doplněné a přepracované vydání (2013), Tomáš Zima
https://ciselniky.dasta.mzcr.cz/CD_DS3/hypertext/SJAJQ.htm

Aktualizace: MUDr.Dočkalová Zuzana