

Laboratorní vyšetření acidobazické rovnováhy

Vyšetření krevních plynů a vnitřního prostředí dle Astrupa, nověji **vyšetření acidobazické regulace** poskytuje informace o:

- pH krve;
- parciálním tlaku kyslíku (pO_2);
- parciálním tlaku oxidu uhličitého (pCO_2);
- procentu okysličené krve v tepnách (sO_2).

Dále je možné vyšetřit také jednotlivé frakce hemoglobinu (oxyhemoglobin, methemoglobin...) a dopočítat další hodnoty **acidobazické rovnováhy**. K vyšetření se používá arteriální, arterializovaná kapilární nebo centrální venózní krev. Vzorek musí být odebrán anaerobně.

Indikace

Vyšetření krevních plynů a acidobazické rovnováhy patří mezi základní metody při poruchách ventilace a respirace (např. CHOPN, astma bronchiale, srdeční vady, těžká plicní onemocnění, srdeční onemocnění), při poruchách vnitřního prostředí (u onemocnění ledvin a jater, některých otrav, při intenzivní infuzní léčbě, u poruch vnitřního prostředí vyvolaných léky) aj.

Preamalytická fáze

Nejvhodnějším vzorkem je **arteriální krev**. Odebírá se nejčastěji z a. radialis do kapiláry na tenké jehle nebo do upravené stříkačky, jako antikoagulans se používá lithium-heparin. Na jednotkách intenzivní péče se často zavádí arteriální katetr, který umožňuje opakované odběry. V každém případě je třeba zajistit, aby byl vzorek odebrán bez vzduchových bublin.

Jinou možností je odběr **arterializované kapilární krve**, nejčastěji z bříška prstu nebo z ušního lalůčku. Kapilární vzorek by měl složením co nejvíce odpovídat arteriální krvi. Je proto potřeba co nejvíce zvýšit průtok krve kapilárami v místě, z nějž se provádí odběr („arterializace“) – prohřátím, masáží apod. Odběr kapilární krve se provádí do heparinizované kapiláry, vzorek opět musí být prostý bublin.

Při vyšetření **venózní krve** by měl být vzorek odebrán z centrálního žilního řečiště (z centrálního žilního katetru, portu). Periferní venózní krev nedostatečně informuje o celkovém metabolickém stavu organismu, zejména u pacientů v těžkém stavu s centralizovaným oběhem. Centrální žilní krev se odebírá do stříkačky s balancovaným lithium-heparinem, i v tomto případě musí být odběr anaerobní.

Vzorek má být zpracován do 15 minut od odběru. V žádance je nutno vyznačit typ odběru.

Analytická fáze

Materiál se zpracovává pomocí automatických analyzátorů. Měří se následující parametry:

Aktuální pH

Aktuální pH se stanoví elektrochemicky, zpravidla miniaturizovanou skleněnou elektrodou.

Parciální tlak oxidu uhličitého.

Parciální tlak oxidu uhličitého (pCO_2) se stanovuje elektrochemicky Severinghausovou elektrodou. Jde rovněž o skleněnou elektrodu, je však obalena vrstvičkou vody a oddělena od vzorku membránou prostupnou pro plyny. CO_2 ze vzorku difunduje přes semipermeabilní membránu do destilované vody, pH výsledného roztoku závisí na pCO_2 .

Parciální tlak kyslíku

Parciální tlak kyslíku se měří elektrochemicky Clarkovou kyslíkovou elektrodou.

Další vyšetření

Současně se zpravidla měří i saturace hemoglobinu kyslíkem a koncentrace hemoglobinu. Podle typu dostupného analyzátoru je možné v tomtéž vzorku stanovit koncentraci glukózy, laktátu, sodíku, draslíku, chloridů, ionizovaného vápníku (Ca^{2+}). Pro neonatologické účely lze současně provést stanovení fetálního hemoglobinu a „novorozeneckého“ bilirubinu.

Počítané parametry

Z naměřených hodnot pH a pCO_2 se dopočítávají **aktuální** a **standardní hydrogenuhličitany**, base excess a případně další parametry.

Význam a interpretace parametrů acidobazické rovnováhy

pH

Normální hodnoty: **7,36–7,44**^[1]

Vychýlení pH krve od normy se označuje jako **acidémie** či **alkalémie**.

Výsledné pH informuje o závažnosti poruchy vnitřního prostředí a o stupni kompenzace či korekce případné poruchy ABR. U kompenzovaných a korigovaných poruch přitom téměř vždy platí, že je-li primární poruchou acidóza, je aktuální pH nižší než 7,4 a naopak, je-li primární poruchou alkalóza, je aktuální pH vyšší než 7,4.

pCO₂

Normální hodnoty v arteriální krvi: **5,3±0,5 kPa**

Informuje o respirační složce acidobazické rovnováhy. Hypokapnie provází hyperventilaci a respirační alkalózu, hyperkapnie naopak respirační insuficienci a respirační acidózu.

Parciální tlak CO₂ v žilní krvi je 6,13 kPa.

pO₂

Normální hodnoty v arteriální krvi: **12±2 kPa**

Informuje o množství rozpuštěného kyslíku v krvi. Toto množství tvoří pouhé 2% z transportní kapacity kyslíku, zásadní je množství a funkčnost hemoglobinu. Tento parametr je nutné hodnotit dle dalších okolností (koncentrace kyslíku FiO₂)

Parciální tlak O₂ v žilní krvi je 5,2 kPa.

Aktuální hydrogenuhličitany

Normální hodnoty: **24±2 mmol/l**

Tento parametr udává aktuální koncentraci hydrogenuhličitanů ve vyšetřované krvi. Vzhledem k tomu, že závisí na metabolické i respirační složce acidobazické rovnováhy, je jeho interpretace komplikovaná.

Standardní hydrogenuhličitany

Normální hodnoty: **24±2 mmol/l**

Počítaný parametr vyjadřuje, jaká by byla koncentrace hydrogenuhličitanů ve vyšetřovaném vzorku krve **po vyloučení respirační poruchy**, tj. po nasycení krve na pCO₂ = 5,3 kPa. Informuje tedy pouze o metabolické složce acidobazické rovnováhy. Poklesem standardních hydrogenuhličitanů je charakterizována metabolická acidóza, jejich vzestupem metabolická alkalóza.

Přebytek bazí (*base excess*, BE)

Normální hodnoty: **0±2 mmol/l**

Další počítaný parametr, který hodnotí pouze metabolickou složku acidobazické rovnováhy. 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. pCO₂ = 5,3 kPa). Při metabolické acidóze by bylo nutné přidávat silnou zásadu; odpovídající parametr se označuje jako **nedostatek bazí**, *base deficit*, BD, nebo (častěji) se vyjadřuje jako záporný BE.

Z definice je zřejmé, že metabolické acidóze odpovídá záporný BE a metabolické alkalóze odpovídá kladný BE. Parametr se snadno hodnotí. Kromě toho z něj lze, zejména při metabolických acidózách, přímo vypočíst vhodné složení infuzních roztoků pro úpravu vnitřního prostředí.

Další parametry ABR

Kromě uvedených hodnot se definuje řada dalších počítaných parametrů: difference silných iontů (SID), aniontová mezera (*anion gap*, AG), pufrové baze séra (BBS) a jiné. Jde o parametry, které popisují vztah poruchy ABR a minerálového hospodářství. Všechny jsou definované jako součty a rozdíly koncentrací vybraných hlavních iontů. Dle některých autorů je ovšem výhodnější hodnotit přímo koncentrace jednotlivých složek mineralogramu, neboť výpočtem uvedených parametrů se ztrácí informace.

Hodnocení vyšetření ABR

Obecně lze postupovat při hodnocení vyšetření acidobazické rovnováhy podle následujícího rozhodovacího algoritmu:

1. Jde o poruchu ABR?

Je kterákoliv hodnota vyšetření ABR mimo referenční rozmezí?
Nemůže jít o kombinovanou poruchu ABR (viz níže)?

2. Je primární porucha ABR acidóza nebo alkalóza?

Je-li aktuální pH < 7,4 (byť třeba v referenčním rozmezí), půjde o acidózu a naopak, je-li pH > 7,4, bude primární poruchou alkalóza.

3. Je primární porucha metabolická nebo respirační?

Respirační poruše odpovídá odchylka pCO₂, metabolické změna standardních hydrogenuhličitanů a BE. Směr přitom musí odpovídat předchozímu bodu. Např.: v předchozím kroku jsme určili, že primární porucha je acidóza. Pokud je pCO₂ > 5,3 kPa, jde o respirační acidózu; pokud jsou standardní hydrogenuhličitanů < 24 mmol/l a BE je záporný, jde o metabolickou acidózu. Může také jít o kombinaci respirační a metabolické acidózy, ale odchylky obráceným směrem v tomto kroku nehodnotíme.

4. Zapojují se kompenzační mechanismy?

Pokud jsme např. určili, že primární poruchou ABR je metabolická acidóza, očekáváme, že ji organismus bude po určité době kompenzovat respirační alkalózou. Jestliže je pCO₂ v referenčním rozmezí, hodnotíme poruchu jako *akutní metabolickou acidózu* (ještě nedochází k respirační kompenzaci). Při hypokapnii může jít o subakutní nebo chronickou metabolickou acidózu (viz dále).

5. Je kompenzace úplná?

Pokud jsme v předchozím kroku určili, že se již rozvíjí kompenzační odchylka ABR, hodnotíme, do jaké míry dokáže čelit primární poruše. Pokud se aktuální pH krve vrátilo do referenčního rozmezí, mluvíme o *chronické* poruše ABR. Pokud jsou kompenzační mechanismy patrné, ale pH se výrazněji liší od normy, hovoříme o poruše *subakutní*.

Kombinované poruchy ABR

V praxi se často setkáváme s kombinovanými poruchami ABR. Je třeba mít na paměti, že zejména kombinace metabolické acidózy a metabolické alkalózy může zůstat při hodnocení vyšetření ABR „dle Astrupa“ skryta, nebo může být tíže poruchy podhodnocena (obě poruchy se vzájemně korigují). Informace o kombinované poruše ABR je přitom zásadní, neboť většina léčebných postupů ovlivní jednu součást kombinované poruchy rychleji než druhou; ta pak může rychle převážet a pacient se v krátkém čase může dostat do těžkého rozvratu vnitřního prostředí.

Proto se laboratorní vyšetření nehodnotí nikdy samostatně – vždy je třeba jej dát do vztahu s ostatními laboratorními nálezy, anamnézou a klinickým stavem. V zásadě platí:

- každá odchylka v **koncentraci hlavních iontů** (Na⁺, K⁺, Cl⁻) způsobuje poruchu ABR;
- každá změna koncentrace **celkové bílkoviny a albuminu** způsobuje poruchu ABR;
- každé **orgánové selhání** (renální insuficience, těžší hepatopatie, srdeční selhávání) je provázáno poruchou ABR.

Pokud poruchu ABR na základě anamnézy, klinického obrazu či jiných vyšetření očekáváme, ale ve vyšetření ABR „nevidíme“, jde o kombinovanou poruchu a musíme pátrat po dalších odchylkách! Pokud rychle ovlivníme jednu složku kombinované poruchy ABR, musíme pečlivě monitorovat vnitřní prostředí a očekávat jeho rychlé změny.

Odkazy

Související články

- Laboratorne vyšetrenie
- Acidobazická rovnováha
- Poruchy acidobazické rovnováhy
- Mechanismy udržování acidobazické rovnováhy
- Krevní obraz
- Hemokoagulace ■ Vyšetření krevní srážlivosti ■ Vyšetření krvácivosti ■ Sedimentace erytrocytů
- Biochemická analýza krve
- Hemokultura ■ CRP ■ PCT

Zdroj

- www.zdravcentra.cz (<https://www.zdravcentra.cz/index.php?act=bq-31&aid=1&oid=191&OFF=&DIR=&ORD=>)
- <http://public.fnol.cz/www/okb/inf/zad/abr.pdf>

Reference

1. BURTIS, Carl A, Edward R ASHWOOD a David E BRUNS. *Tietz textbook of clinical chemistry and molecular diagnostics*. 4. vydání. St. Louis, Mo : Elsevier Saunders, 2006. 2412 s. s. 2289. ISBN 978-0-7216-0189-2.

Použitá literatura

- VEJRAŽKA, Martin. *Poruchy acidobazické rovnováhy* [přednáška k předmětu Patobiochemie, obor Všeobecné

