

KRAUJO DUJŲ TYRIMAS IR RŪGŠČIŲ BEI ŠARMŲ PUSIAUSVYROS SUTRIKIMAI

Irutė Liustrickytė

VšĮ Vilniaus universiteto ligoninės Santariškių klinikų Pulmonologijos ir alergologijos centra

Kraujo dujų tyrimas. Kraujo dujų tyrimas suteikia svarbios informacijos apie ligo­nio kvėpavimo sistemos, medžiagų apykaitos būklę, padeda nustatyti diagnozę ir laiku paskirti tinkamą gydymą. Pastaruoju metu, ypač skubiosios pagalbos skyriuose, kraujo dujų sudėtis vis dažniau nustatoma ne iš arterinio, o iš periferinės venos veninio kraujo. Veninio kraujo tyrimas pasirenkamas dėl įvairių priežasčių. Punktuo­jant arteriją, nors ir retai, pasitaiko įvairių kraujagyslinių komplikacijų, gali susidaryti kraujosruva, procedūra yra skausminga ligoniui, o tyrimą neretai reikia kartoti norint įvertinti būklės kitimą, gydymo efektyvumą. Siekiant nustatyti, ar veninio kraujo dujų sudėties tyrimas galėtų būti naudojamas vietoje arterinio kraujo dujų tyrimo, atlikta nemažai įvairių tyrimų, kurių išvados 2014 metais atlikus meta-analizę buvo apibendrintos sistemineje apžvalgoje. Pagrindinės tyrimų išvados: periferinio veninio kraujo pH nedaug skiriasi nuo arterinio kraujo pH, įprastai arterinio kraujo pH yra 0,03 dalies didesnis nei veninio kraujo pH; veninio kraujo pO_2 nekoreliuoja su arterinio kraujo pO_2 ; veninio kraujo pCO_2 negalima palyginti su arterinio kraujo pCO_2 , kadangi veninio kraujo pCO_2 svyruoja labai plačiose ribose, kartais reikšmė dėl įvairių priežasčių būna net mažesnė nei arterinio kraujo. Tyrėjai padarė išvadą, jog arterinio kraujo ištyrimas išlieka „auksiniu standartu“ vertinant kraujo dujų sudėtį.

Rūgščių ir šarmų pusiausvyra. Rūgščių ir šarmų pusiausvyra būtina gyvybei palaikyti. Kraujo pH (vandenilio jonų koncentracija) normos ribose (7,35–7,45) palaiko kelios

buferinės sistemos, iš kurių svarbiausia hidrokarbonatinė sistema. Jai veikiant palaikoma pusiausvyra tarp anglies dvideginio, anglies rūgšties ir bikarbonatų:



Fiziologiniu požiūriu, siekiant kompensuoti pirminį parcialinio anglies dvideginio slėgio koncentracijos padidėjimą ar sumažėjimą, kinta bikarbonatų koncentracija ir atvirkščiai. Homeostazei palaikyti veikiant hidrokarbonatų sistemai svarbi kvėpavimo (CO_2 koncentracijos) reguliacija ir inkstų funkcijos (HCO_3^- koncentracijos) reguliacija. Esant įvairioms būklėms kraujo pH gali mažėti (acidozė) ar didėti (alkalozė). Skiriami keturi pirminiai rūgščių ir šarmų pusiausvyros sutrikimai, iš kurių du yra respiraciniai ir du metaboliniai. Šių sutrikimų nustatymas, vertinimas padeda tinkamai parinkti gydymą.

Arterinio kraujo dujų tyrimo vertinimas.

Vertinant kraujo dujų tyrimą pirmiausia reikia nustatyti pirminį rūgščių ir šarmų pusiausvyros sutrikimą, taip pat antrinę kompensacinę atsaką į nustatytą sutrikimą (žr. 1 lentelę). Normalus kraujo pH yra 7,35–7,45, pH < 7,35 vadinamas acidemija, > 7,45 – alkalemija. Kraujo pH < 6,8 ar > 7,8 yra nesuderinamas su gyvybe. Parcialinis anglies dvideginio slėgis svyruoja 35–45 mmHg ribose, $PaCO_2$ esant < 35 mmHg nustatoma hipokapnija (hiperventiliacija), > 45 mmHg – hiperkapnija (hipoventiliacija). Bikarbonatų koncentracijos kraujyje norma yra 22–26 mmol/l.

1 lentelė. Rūgščių ir šarmų pusiausvyros sutrikimai.

Būklė	pH	Pirminis sutrikimas	Kompensacija
Metabolinė acidozė	↓	↓ HCO ₃ ⁻	↓ PaCO ₂
Metabolinė alkalozė	↑	↑ HCO ₃ ⁻	↑ PaCO ₂
Respiracinė acidozė	↓	↑ PaCO ₂	↑ HCO ₃ ⁻
Respiracinė alkalozė	↑	↓ PaCO ₂	↓ HCO ₃ ⁻

Pastebėta, jog atsakas į rūgščių ir šarmų pusiausvyros sutrikimus neretai yra nuspėjamas ir net gali būti apskaičiuotas. Atsiradus metaboliniam rūgščių ir šarmų pusiausvyros sutrikimui kvėpavimo sistema reaguoja greitai, naujas, homeostazei palaikyti reikiamas PaCO₂ pasiekiamas maždaug per 12–36 val. (atsakas į metabolinę alkalozę formuojasi lėčiau). Remiantis įvairiomis formulėmis, gali būti apskaičiuota tikslinė PaCO₂ reikšmė, t. y. kiek turi pakisti CO₂ koncentracija, kad būtų kompensuotas metabolinis rūgščių ir šarmų balanso pusiausvyros sutrikimas.

Metabolinės acidozės atveju naudojama Winter's formulė:

$PaCO_2 = 1,5 \times (HCO_3^-) + 8 \pm 2$. Kompensaciją metabolinės alkalozės atveju nuspėti sunkiau, tačiau taip pat galima apskaičiuoti pagal formulę

$PaCO_2 = 0,7 \times ((HCO_3^-) - 24) + 40 \pm 2$.

Nustačius didesnę ar mažesnę nei numatyta PaCO₂ reikšmę diagnozuojami mišrūs rūgščių ir šarmų pusiausvyros sutrikimai (pvz., metabolinė acidozė kartu su respiracine alkaloze ar acidoze).

Atsakas į respiracinius rūgščių ir šarmų pusiausvyros pakitimus yra lėtas, metabolinė kompensacija susiformuoja per 2–5 dienas. Pagal bikarbonatų koncentraciją kraujyje (kompensacijos lygi) galima įvertinti, ar procesas ūminis, ar lėtinis.

Respiracinės acidozės atveju: ūminis – HCO₃⁻ padidėjimas 1 mmol/l kiekvienam

PaCO₂ padidėjimui 10 mmHg virš 40 mmHg; lėtinis – HCO₃⁻ padidėjimas 4–5 mmol/l kiekvienam PaCO₂ padidėjimui 10 mmHg virš 40 mmHg.

Respiracinės alkalozės atveju: ūminis – HCO₃⁻ sumažėjimas 2 mmol/l kiekvienam PaCO₂ sumažėjimui 10 mmHg žemiau 40 mmHg; lėtinis – HCO₃⁻ sumažėjimas 4–5 mmol/l kiekvienam PaCO₂ sumažėjimui 10 mmHg žemiau 40 mmHg.

Kaip ir metabolinių rūgščių ir šarmų pusiausvyros sutrikimų atveju, kai bikarbonatų koncentracija neatitinka numatytos, diagnozuojami mišrūs sutrikimai.

Metabolinė acidozė. Metabolinės acidozės priežastiai nustatyti naudingas anijoninio tarpo skaičiavimas. Anijoninis tarpas apibūdinamas kaip skirtumas tarp plazmos katijonų ir anijonų. Kraujo sudėtyje yra daug įvairių teigiamų ir neigiamų krūvį turinčių medžiagų, tačiau reikšmingą koncentraciją sudaro trys pagrindinės medžiagos – (Na⁺), (Cl⁻) ir (HCO₃⁻), kurios ir yra naudojamos anijoniniam tarpui apskaičiuoti. Anijoninis tarpas apskaičiuojamas pagal formulę (Na⁺) – (Cl⁻) – (HCO₃⁻). Normos ribos yra 12 ± 2 mmol/l.

Svarbu nepamiršti, kad kraujo albuminas yra silpna rūgštis, albumino koncentracijos sumažėjimas 10 g/l sumažina anijoninį tarpą ~2,5 mmol/l, todėl hipoalbuminemijos atveju galima klaidingai nustatyti normalų ar sumažėjusį anijoninį tarpą.

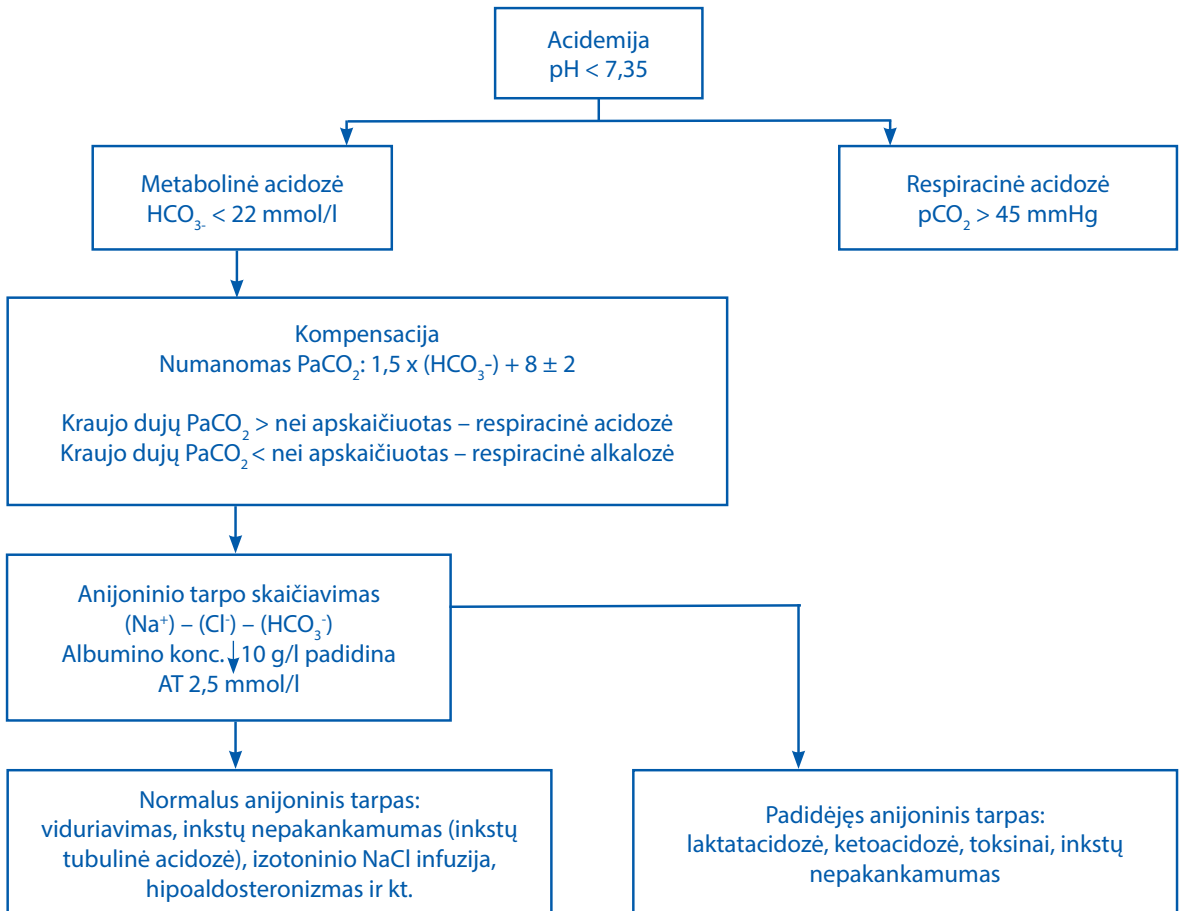
Anijoninis tarpas didėja (> 14 mmol/l) dėl reliatyvaus bikarbonatų sumažėjimo, palyginti su natrio ar chloro koncentracija esant padidėjusiai rūgščių gamybai. Taip gali pasireikšti esant įvairioms būklėms, dažniausiai esant laktacidozei, ketoacidozei, vaistų ar alkoholio sukeltai intoksikacijai, vykstant masyviai ląstelių lizei (rabdmiolizei). Anijoninio tarpo didėjimas dėl laktacidozės esant šokui, audinių hipoksijai nustatomas beveik 50 proc. atvejų.

Anijoninio tarpo sumažėjimas (< 10 mmol/l) klinikinėje praktikoje labai retas, jį gali sąlygoti ličio toksiškumas, monokloninė gamapatija, intoksikacija bromidais ir kt.

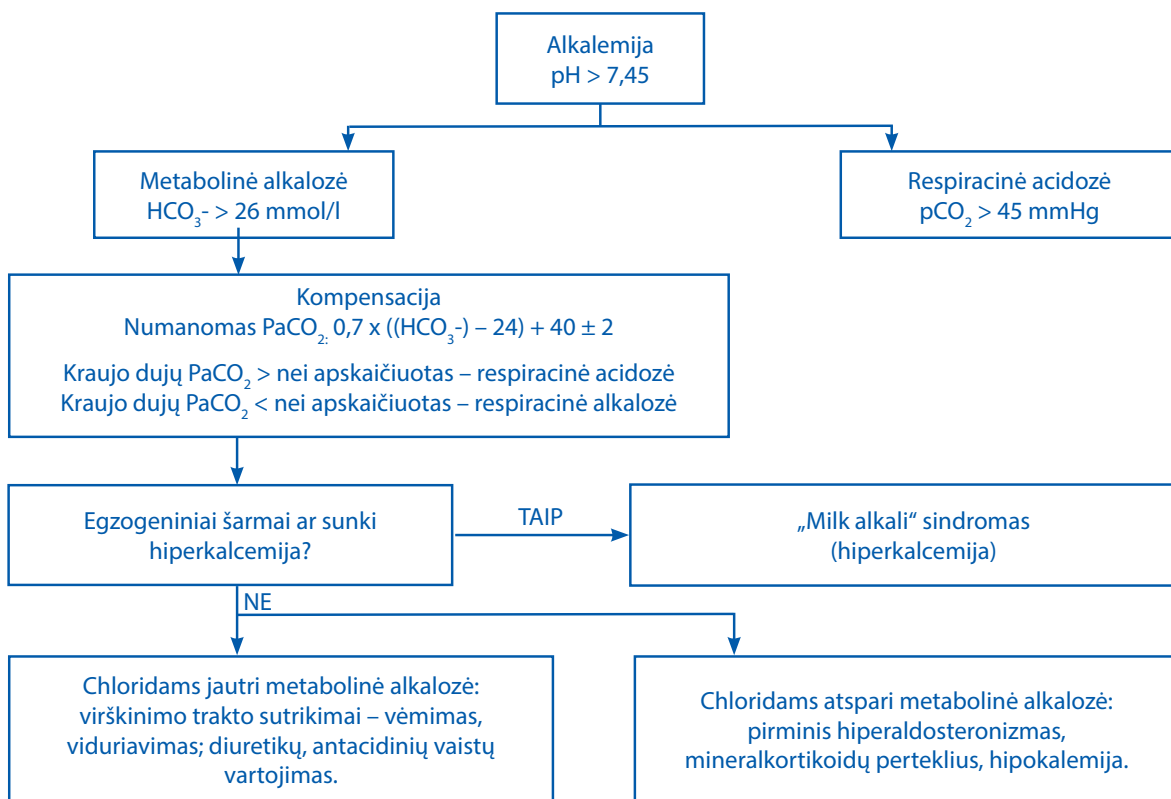
Normalaus anijoninio tarpo metabolinė acidozė dar vadinama hiperchloremine metaboline

acidoze. Atsiranda tuomet, kai netenkama bikarbonatų, tačiau didėja chloro koncentracija – bikarbonatų netekimas per virškinimo traktą viduriuojant, taip pat esant inkstų nepakankamumui. Hiperchloreminės acidozės priežastis gali būti ir gausi fiziologinio tirpalo infuzija.

Metabolinė alkalozė. Metabolinę alkalozę sąlygoja rūgščių netekimas ar sutrikęs bikarbonatų išskyrimas per inkstus. Skiriama chloridams jautri (Cl^- koncentracija šlapime < 20 mmol/l) ir chloridams rezistentiška (Cl^- koncentracija šlapime > 20 mmol/l) metabolinė alkalozė (MA). Chloridams jautri metabolinė acidozė gali atsirasti dėl virškinimo trakto sutrikimų (vėmimo, viduriavimo), diuretikų ar antacidinių vaistų vartojimo. Chloridams rezistentiška alkalozė būdinga esant hipokalemijai, antinksčių veiklos sutrikimams.



1 pav. Acidemijos diagnostikos algoritmas.



2 pav. Alkalemijos diagnostikos algoritmas.

Respiraciniai rūgščių ir šarmų pusiausvyros sutrikimai. Kaip jau minėta anksčiau, pritaikius įvairias formules galima įvertinti, ar respiraciniai rūgščių ir šarmų apykaitos sutrikimai yra ūminiai, ar lėtiniai.

Kraujo oksigenacijai vertinti svarbūs keli aspektai: tikslinga nustatyti deguonies kiekį arteriniame kraujyje (CaO_2) ir įvertinti alveolių-arterinio kraujo deguonies gradientą (A-aO_2). CaO_2 – tai deguonies kiekis mililitrais 100 mililitrų kraujo. Normaliai turėtų būti ≥ 16 , esant sumažėjimui galima teigti, jog oksigenacija nėra pakankama. Apskaičiuojamas pagal formulę $\text{CaO}_2 = (1,34 \times \text{Hb} \times \text{SaO}_2) + (0,0031 \times \text{PaO}_2)$ – hemoglobino koncentracija formulėje nurodoma g/dl, pvz., jei Hgb konc. 130 g/l, formulėje skaičiuojama kaip 13 g/dl.

Skirtumas tarp deguonies koncentracijos alveolėse ir arteriniame kraujyje padeda nustatyti plautines ir su plaučių pakitimais nesusijusias hipoksijos priežastis. Padidėjęs

alveolinis-arterinio kraujo gradientas nustatomas esant difuzijos sutrikimui plaučiuose, ventiliacijos – perfuzijos neatitikimui, kraujo nuosrūviui. Normalus A-aO_2 gradientas gali būti nustatomas dėl hipoventiliacijos, aukštikalnėse. Šiam rodikliui apskaičiuoti taip pat naudojama formulė: PAO_2 (deguonies konc. alveolėse) = $(\text{FiO}_2 \times 713) - (\text{PaCO}_2 \times 1,2)$; $\text{A-aO}_2 = \text{PAO}_2 - \text{PaO}_2$.

Alveolinis-arterinio kraujo gradientas skiriasi priklausomai nuo amžiaus, ir vyresniems asmenims būna didesnis (svyruoja 5–25 ribose, galima apskaičiuoti ir individualiai pagal amžių).

Apibendrinimas. Šarmų ir rūgščių pusiausvyros sutrikimų vertinimas yra kompleksinis, jį atliekant reikalingi įvairūs skaičiavimai. Šis tyrimas suteikia daug informacijos apie organizme vykstančius procesus, gali padėti nustatyti diagnozę ir laiku paskirti reikalingą gydymą.

Literatūra

1. Berend K, Aiko P, de Vries J, et al. Physiological Approach to Assessment of Acid–Base Disturbances. *N Engl J Med* 2014; 371: 1434–1445.
2. Byrne AL, Bennett M, Chatterji R et al. Peripheral venous and arterial blood gas analysis in adults: are they comparable? A systematic review and meta-analysis. *Respirology* 2014; 19(2): 168–175.
3. <http://www.uptodate.com/contents/oxygen-delivery-and-consumption>.