

Blood Gas Analysis

救急集中治療医学講座 置塩裕子

血液ガス分析とは？

- ◎ 酸塩基平衡の指標
- ◎ ガス交換の指標

検査室だけでなく
ERやHCU/ICUに
機械があり約1分で
結果がわかる
→簡便!!



検査項目

救急外来で主にみているのは...

- ◎ pH
- ◎ pO₂ . . . 酸素分圧
- ◎ pCO₂ . . . 二酸化炭素分圧
- ◎ HCO₃⁻ . . . 重炭酸イオン
- ◎ BE . . . 塩基余剰
- ◎ Lac . . . 乳酸値
- ◎ Hb
- ◎ Glu
- ◎ 電解質(Na/K/Cl/Ca)
など...

※一番重要!!

酸性すぎても
(=アシデミア)
アルカリ性すぎても
(=アルカレミア)
ダメ(△)

検査項目

救急外来で主にみているのは...

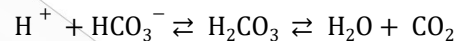
- ◎ pH
 - ◎ pO₂ . . . 酸素化の指標
 - ◎ pCO₂ . . . 換気の指標
 - ◎ HCO₃⁻ . . . 代謝の指標
 - ◎ BE . . . 代謝の指標
 - ◎ Lac . . . 循環の指標
 - ◎ Hb
 - ◎ Glu
 - ◎ 電解質(Na/K/Cl/Ca)
など...
- 規定因子(後述)

検査項目

救急外来で主にみているのは...

- ◎ pH
- ◎ pO₂
- ◎ pCO₂
- ◎ HCO₃⁻ →血液ガス分析でしか測定できない
- ◎ BE
- ◎ Lac
- ◎ Hb
- ◎ Glu →通常の血液検査でも測定できる
- ◎ 電解質(Na/K/Cl/Ca)
など...

基本式



$$\frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = K$$

$$[\text{H}^+] = 24 \times \frac{\text{PaCO}_2}{[\text{HCO}_3^-]} \quad \text{Henderson-Hasselbalchの式}$$

$$\text{pH} = \log \frac{1}{[\text{H}^+]} = 6.1 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{0.03 \times \text{PaCO}_2}$$

代謝性因子と呼吸性因子

代謝性因子(HCO_3^- : 重炭酸イオン) 腎臓
 代謝性アシドーシス: $\text{HCO}_3^- \downarrow \downarrow$
 代謝性アルカローシス: $\text{HCO}_3^- \uparrow \uparrow$

$$\text{pH} = 6.1 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{0.03 \times \text{PaCO}_2}$$

呼吸性因子(PaCO_2 : 動脈血二酸化炭素分圧) 肺
 呼吸性アシドーシス: $\text{PaCO}_2 \uparrow \uparrow$
 呼吸性アルカローシス: $\text{PaCO}_2 \downarrow \downarrow$

その他の項目

◎ BE (Base Excess : 塩基余剰)
 体温 37°C 、 $\text{pCO}_2=40\text{mmHg}$ 、酸素飽和にした状態で、 $\text{pH}=7.40$ にするのに必要な酸の量。
 →代謝性因子の指標
 →マイナス=代謝性アシドーシス

◎ Lac (Lactate : 乳酸)
 循環不全により嫌気性代謝しかできなくなった場合に高値となる
 →高値=循環不全、代謝性アシドーシス

血液ガスの読み方

- ◎ アシデミア? アルカレミア?
→緊急性は?
- ◎ 代謝性アシドーシス? アルカローシス?
- ◎ 呼吸性アシドーシス? アルカローシス?
→代償されてる?

血液ガスの読み方

- ◎ 代謝性アシドーシスの場合はアニオンギャップ?

$$\text{AG} = \text{Na}^+ - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$$

基準値: $12 \pm 2 \text{ mmol/L} - 2.5 \times (4.0 - \text{Alb})$

AG↑の場合

$$\text{補正HCO}_3^- = \text{HCO}_3^- + \Delta\text{AG}$$

正常ならシンプルな代謝性アシドーシス

高値なら代謝性アルカローシスも合併(混合性)



基準値とパニック値(動脈血液ガス分析)

pH	7.40 ± 0.05	$\leq 7.20, 7.60 \leq$
pO_2 (mmHg)	90 ± 10	≤ 40
pCO_2 (mmHg)	40 ± 5	$\leq 20, 70 \leq$
HCO_3^- (mmol/L)	24 ± 2	$\leq 14, 40 \leq$
BE (mmol/L)	0 ± 2	$\leq -10, 10 \leq$
Lac (mmol/L)	< 2	$5 \leq$

症例①

- ◎ 60代男性

排便後よりに腹痛を認め搬送
 血圧低下・呼吸促迫を認める

動脈血液ガス分析 (room air)
 pH 7.483, pO₂ 85.8, pCO₂ 22.8
 HCO₃⁻ 16.9, BE -5.1, Lac 2.5, Na 140, Cl 110

評価は・・・?!

症例②

- ◎ 80代女性

家族が見に行くと意識がなかったため救急要請

動脈血液ガス分析 (O2 5L)
 pH 7.236, pO₂ 99.2, pCO₂ 63.6
 HCO₃⁻ 26.0, BE -1.9, Lac 1.4, Na 141, Cl 109

評価は・・・?!

症例③

- ◎ 70代男性

感染症(詳細不明)で入院中にショック・意識障
 害・呼吸停止

動脈血液ガス分析 (O2 10L)
 pH 7.085, pO₂ 264, pCO₂ 39.3
 HCO₃⁻ 11.3, BE -17.2, Lac 11.3, Na 142, Cl 106

評価は・・・?!

メイロン(NaHCO₃⁻)の適応?

- ◎ 敗血症性ショック
 pH ≥ 7.15で循環動態安定を目的としたメイロン投与しない
 pH ≤ 7.2かつAKI (AKIN score 2 or 3)でメイロン投与推奨
Weak recommendation, low quality of evidence
 (Surviving Sepsis Campaign Guideline 2021)
- ◎ 糖尿病性ケトアシドーシス
 pH > 7.0でのメイロン投与は予後を改善しない
 pH < 6.9に関してはRCTなし (World J Diabetes. 2018;9:199-205.)
- ◎ アルコールまたは飢餓によるケトアシドーシス
 メイロンは投与してはいけない (Emerg Med Clin North Am 2014)
- ◎ 心停止
 メイロンのルーチン投与は予後を悪化させる
 特殊な状況(高Kや三環系抗うつ薬などNaチャネル遮断作用を持つ
 薬物中毒による心停止)で考慮 (AHA CPR&ECC guidelines 2020)

症例④

- ◎ 70代男性

呼吸苦増悪で家人に連れられ来院
 顔面苦悶様、呼気延長あり

動脈血液ガス分析 (room air)
 pH 7.235, pO₂ 28.2, pCO₂ 78.5
 HCO₃⁻ 32.1, BE 2.6, Lac 1.0, Na 140, Cl 108

評価は・・・?!

症例⑤ おまけ

- ◎ 70代男性

自宅で泡をふいていた
 ショックではないがぼーっとして体が冷たい

動脈血液ガス分析 (O2 10L)
 pH 7.114, pO₂ 259, pCO₂ 15.7
 HCO₃⁻ 7.4, BE -23.2, Lac 20, Na 140, Cl 104

評価は・・・?!

症例⑤ おまけ

- ◎ 血液ガスと温度補正
- ◎ 体温が1°C低下すると...
 - pH +0.0147
 - pO₂ 7.2%↓
 - pCO₂ 4.4%↓
- ◎ 補正しない場合、pH低め、pO₂高め、pCO₂高めに算出される
- ◎ 補正をするかどうか、どちらの値で評価を行うかはcontroversial

症例⑤ おまけ

- ◎ 来院時
動脈血液ガス分析 (O₂ 10L : BT30°C補正後)
pH(T) 7.114, pO₂(T) 259, pCO₂(T) 15.7
HCO₃⁻ 7.4, BE -23.2, Lac 20
※ pH 7.011, pO₂ 421, pCO₂ 21.2
- ◎ 2時間後(輸液と加温)
動脈血液ガス分析 (room air : BT37°C)
pH 7.407, pO₂ 79.8, pCO₂ 28.0
HCO₃⁻ 19.3, BE -6.6, Lac 12.5



Take home messages...

- ◎ 血液ガス分析は酸塩基平衡/ガス交換の指標になり簡単に測定できる
- ◎ 緊急性の有無の判断(pHのパニック値)とその原因評価(代謝性or呼吸性)とはすぐ出来るようにしておく

Any questions ?!

