

血液ガス分析

Blood gas analysis

血液ガス分析

動脈血の酸塩基平衡バランス

pH 7.4(±0.05)

酸性 (アシデミア)
pH7.35以下 = アシドーシス

アルカリ性 (アルカレミア)
pH7.45以上 = アルカローシス



呼吸性アシドーシス	呼吸性アルカローシス
代謝性アシドーシス	代謝性アルカローシス

フィジカルアセスメント：ABCDE

Airway（気道）：発語

Breathing（呼吸）：数、努力、換気量、呼吸音、SpO₂

Circulation（循環）：色、数、リズム、血圧、脈拍、CRT*

*CRT（capillary refilling time）：毛細血管再充満時間

Disability（意識）：JCS、GCS、対光反射

Exposure（体温環境）：全身観察、低体温、出血、腹部膨満等

血液ガス分析を評価する順番：ABC

Airway（気道）：①**換気**できているか？ → **PCO₂**

→ 呼吸性のアシドーシス か アルカローシス か 鑑別

Breathing（呼吸）：②**呼吸**できているか？ → **PO₂**

Circulation（循環）：③**代謝性の変化があるか？** → **HCO₃⁻**

→ 代謝性のアシドーシス か アルカローシス か 鑑別

→ Na/K/Cl の電解質異常 Hb 貧血状態の評価

① PaCO₂をまず最初に見る

* 換気できてる？

二酸化炭素分圧：PaCO₂（基準値） = **35~45 = 40 ± 5** mmHg

* **CO₂（二酸化炭素）** は**呼吸中枢に影響する**ので…

PaCO₂ = **35未満**

→ PaCO₂が少ない = 過換気でCO₂をはきすぎている

PaCO₂ = **45以上**

→ PaCO₂が多い = 気道が閉塞され換気ができていない

① PaCO₂をまず最初に見る

* CO₂ (二酸化炭素) は強烈な「酸性」物質なので…

PaCO₂ = 35未満

PaCO₂が少ない = pH7.45 ↑ (アルカリ性) に傾く = 呼吸性アルカローシス

→ 過換気発作を起こしていれば紙袋等で自分のはいたCO₂を吸ってもらう

→ 疼痛や感染等で呼吸過多であれば、原因と取り除き代償を待つ

PaCO₂ = 45以上

PaCO₂が多い = pH7.35 ↓ (酸性) に傾く = 呼吸性アシドーシス

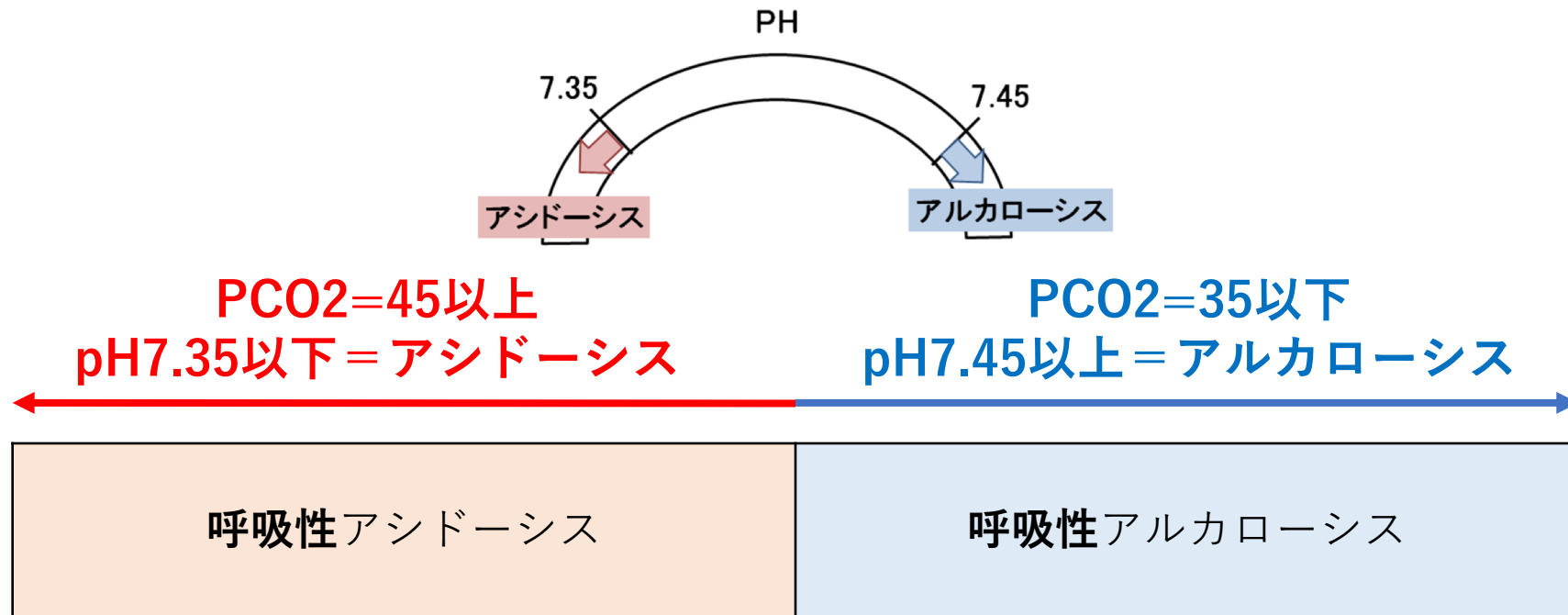
→ CO₂がはけない or 呼吸が止まっていた可能性

→ NPPV or 挿管して人工呼吸器でCO₂を取り除く

① PaCO₂をまず最初に見る

pH：酸塩基平衡をPCO₂をみて

呼吸性のアシドーシスかアルカローシスか判別する



②次にPO2を見る

* 酸素足りてる？

酸素分圧 = PaO2 = **80~100** mmHg

PO2 = 60未満 = 呼吸不全 = 酸素不足！

→ 単純に PO2 だけ低下していれば I型呼吸不全 (酸素化障害)

酸素吸入で対応！

→ CO2も溜まっていれば II型呼吸不全 (換気障害)

低用量酸素吸入 or NPPV or 挿管して**人工呼吸**で対応！

PO2 = 100以上 = 高酸素血症！

→ 酸素投与量を下げる

SPO2 = 100% だから良いとは限らない

②次にPO2を見る

*酸素足りてる？

SaO₂ (動脈血酸素飽和度) が90%よりも低い場合

PaO₂ (動脈血の酸素分圧) が60mmHgよりも低い場合

酸素吸入を開始する

* 1 mmHg=1Torr

PaO₂ =60mmHg以下で

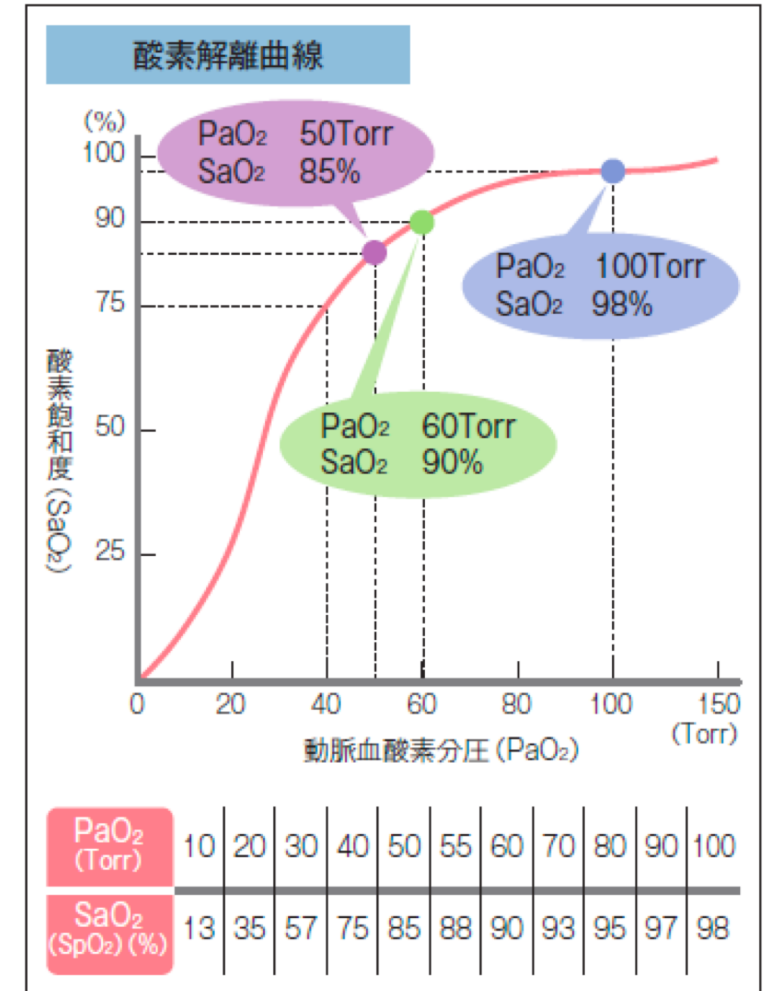
⇒ 軽度の精神機能の障害と視力の減退軽度の過換気

PaO₂=40~50mmHg以下で

⇒ 頭痛、傾眠、意識障害、頻脈、痙攣

PaO₂=30mmHg以下で

⇒ 呼吸停止・心停止



②次にPO2を見る

*酸素いきすぎ！

SaO₂（動脈血酸素飽和度）が100%でも…

PaO₂（動脈血の酸素分圧）が100mmHgよりも高い場合

活性酸素による酸素毒性により細胞壁が破壊

高濃度酸素による吸気性無気肺

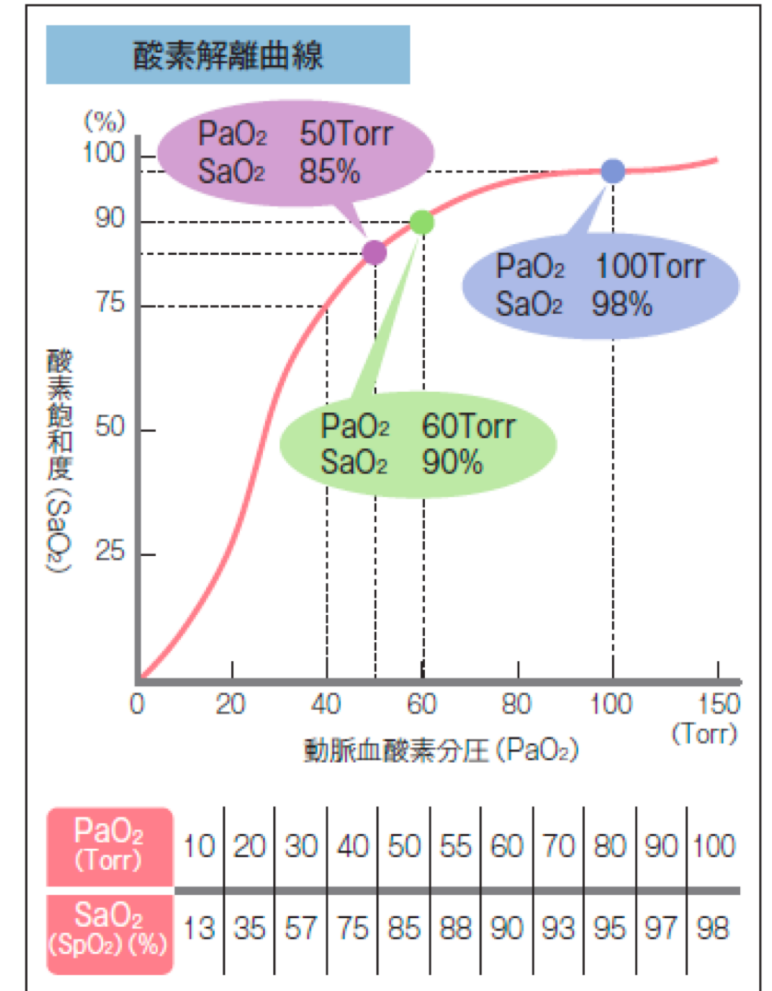
二酸化炭素蓄積によるCO₂ナルコーシスリスク

*高濃度酸素（FiO₂=60%以上）の長時間の投与は
活性酸素の産生が多くなる

*吸入酸素濃度は出来る限り50%以下にする

100%酸素吸入では6時間以内

70%酸素吸入では24時間以内の投与が望ましい



③ HCO_3^- をみて代謝性の評価をする

*吐いた？下痢した？その他**内科的疾患**か？

重炭酸イオン： HCO_3^- （基準値） = **22~26 = 24 ± 2** mmHg

* HCO_3^- （**重炭酸イオン**）は**腎臓で代謝している**ので…反応が間に合わない

HCO_3^- = **26以上** = **代謝性アルカローシス**

→ HCO_3^- が多い = 嘔吐して H^+ Cl^- 喪失→補うため HCO_3^- ↑
(H^+ ↓ HCO_3^- 再吸収促進 Cl^- ↓ HCO_3^- 尿細管に排出されない)
高Na血症 → 補うため HCO_3^- ↑
脱水 → 補うため HCO_3^- ↑

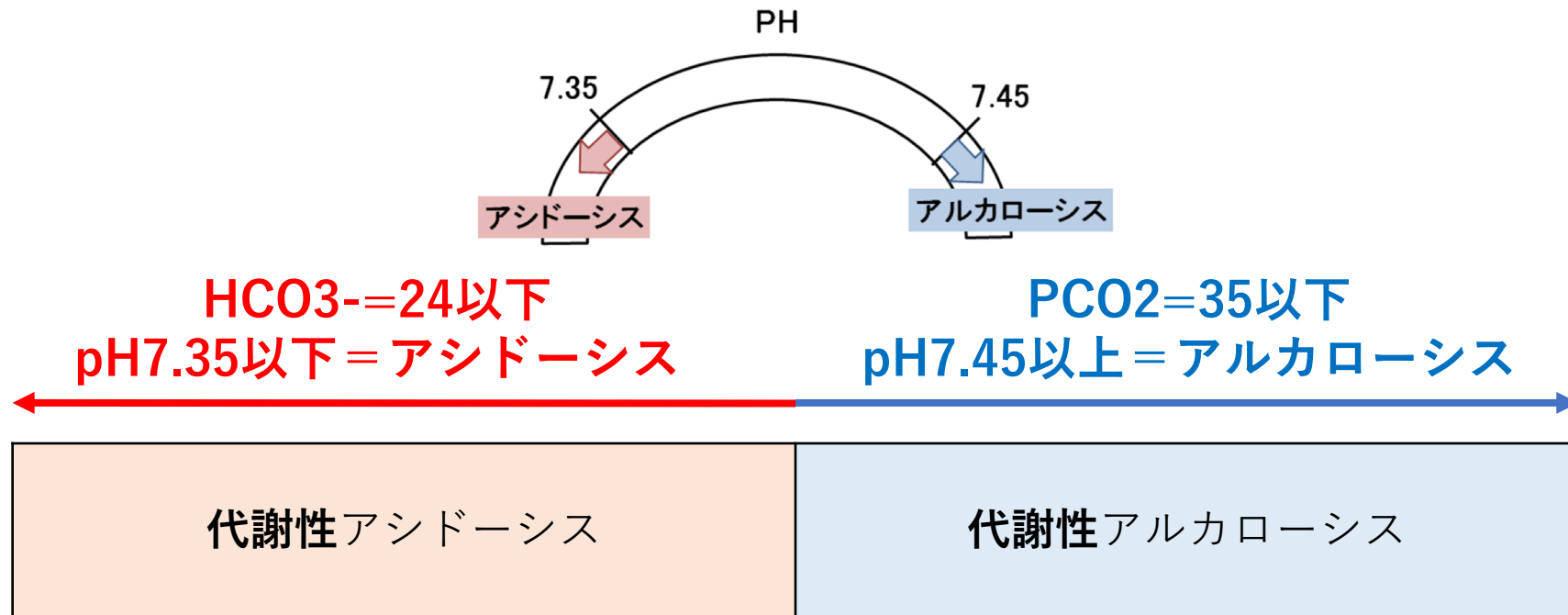
HCO_3^- = **24以下** = **代謝性アシドーシス**

→ HCO_3^- が少ない = 下痢して HCO_3^- を喪失
ケトン体（糖尿病性ケトアシドーシス）補正が追いつかない HCO_3^- ↓
リン酸（腎不全、尿毒症）補正が追いつかない HCO_3^- ↓
乳酸（乳酸アシドーシス）補正が追いつかない HCO_3^- ↓

③ HCO_3^- をみて代謝性の評価をする

pH：酸塩基平衡と HCO_3^- をみて

代謝性のアシドーシスかアルカローシスか判別する



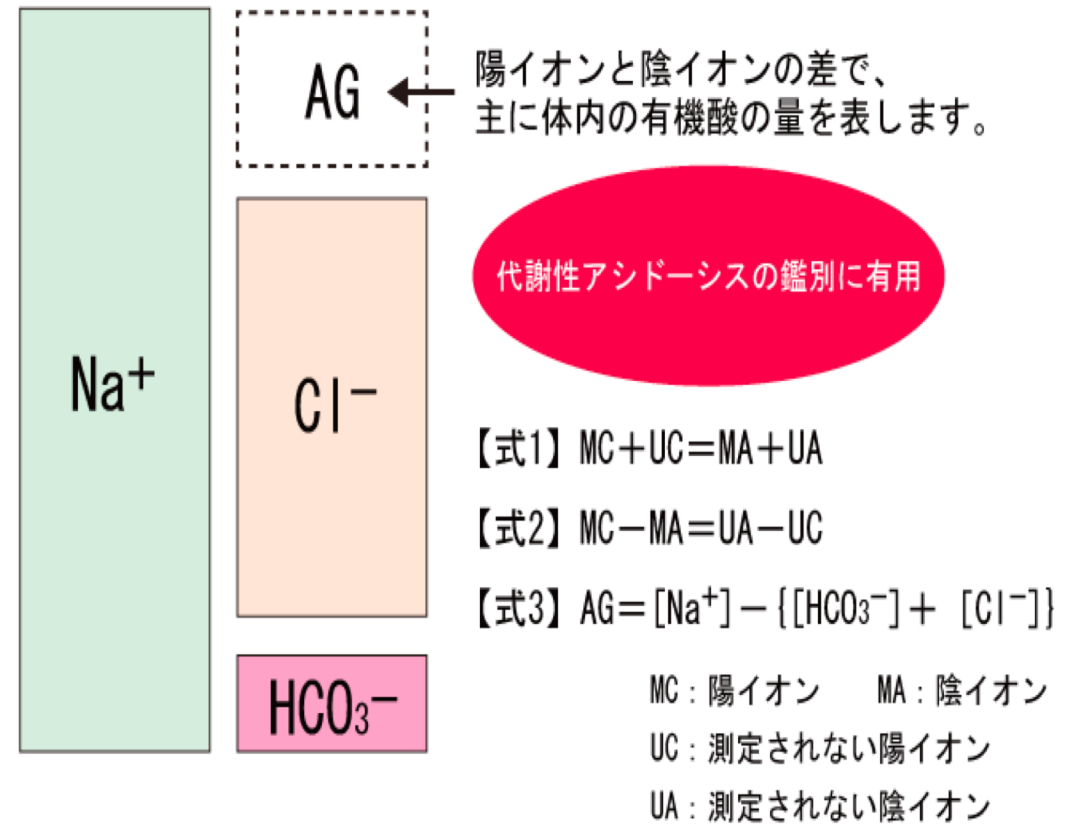
④ アニオンギャップ：AGをみて代謝性異常の原因を分析する。

アニオンギャップ：AG = Na - Cl - HCO₃

血液中にある陽イオン(+)と陰イオンの差
主に：ケトン体、乳酸、リン酸、アルブミン

基準値：12±2 mEq/L

AGが上昇する 代謝性アシドーシス	AGが正常な 代謝性アシドーシス
乳酸アシドーシス 糖尿病性ケトアシドーシス アルコール性アシドーシス 腎不全 敗血症 薬物中毒	下痢 (HCO ₃ ⁻ の損失をCl ⁻ が補い正常値) 尿細管性アシドーシス 麻痺性イレウス その他



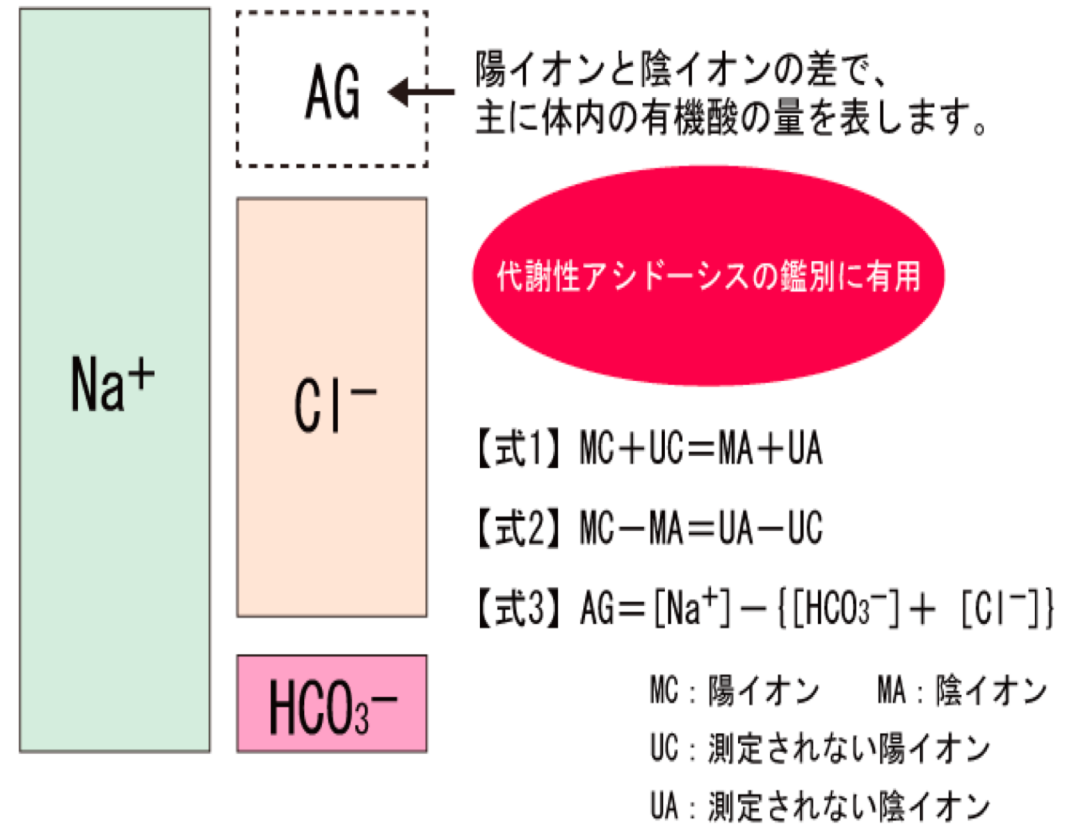
④ アニオンギャップ：AGをみて代謝性異常の原因を分析する。

アニオンギャップ：AG = Na - Cl - HCO₃

血液中にある陽イオン(+)と陰イオンの差
主に：ケトン体、乳酸、リン酸、アルブミン

AGが上昇する 代謝性アルカローシス	AGが正常な 代謝性アルカローシス
高Na血症 Naを含む大量輸液 利尿剤 脱水	嘔吐 (Cl損失をHCO ₃ ⁻ で補い正常値)

基準値：12±2 mEq/L



血液ガス分析値によるアシドーシス・アルカローシスの識別

病態		pH	PaCO ₂	HCO ₃ ⁻	BE
代謝性アシドーシス	ショック、腎不全、 下痢、糖尿病など	↓	→	↓	↓
呼吸性アシドーシス	呼吸不全、睡眠時無 呼吸症候群など	↓	↑	→	→
代謝性アルカローシス	嘔吐、低カリウム血 症など	↑	→	↑	↑
呼吸性アルカローシス	過換気症候群など	↑	↓	→	→

※ ↓ = 低値 ↑ = 高値 → = 変化なし

血液中の酸素と二酸化炭素

* 身体にとって**O₂**が**過剰**だと、**活性酸素**による**毒性**があるので…

酸素**O₂**は**ヘモグロビンHb**と**結合して運搬**されている

(血液中に残った酸素分圧が = **P_{O₂}**)

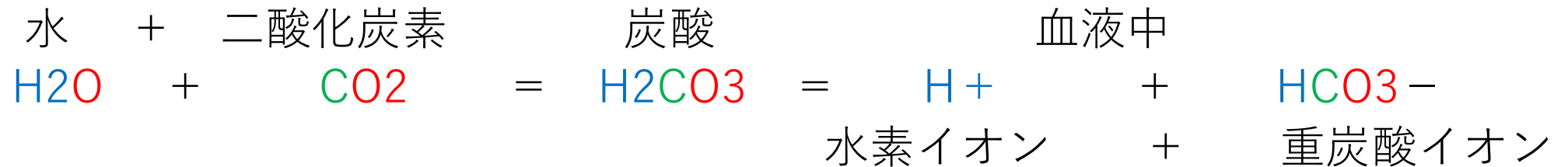
* 身体にとって**CO₂**は**呼吸中枢**に影響する**危険物質**なので…

水に溶かして中和されている

(血中に残った二酸化炭素分圧が = **P_{CO₂}**)

= 血液中にあまり増えないようにしている

= 具体的には水と中和させて運んでいる



血液ガス分析：アシデミア・アルカレミア

pHに影響するのは**肺**と**腎**

- **肺**：**CO₂**（**酸性物質**）の値が**比較的早く**変わる

呼吸性

アシドーシス ← 増 ← **CO₂** → 減 → アルカローシス

減ろうとする ← HCO₃ → 増ようとする ⇒ **代償作用**

- 腎**：**HCO₃**（アルカリ性物質）の値が**ゆっくり**変わる

代謝性

アシドーシス ← 減 ← **HCO₃** → 増 → アルカローシス

増えようとする ← CO₂ → 減ろうとする ⇒ **代償作用**

血液ガス分析：代償作用(急性か？慢性か)

• **代償**はすぐにはされない → **時間がかかる**

呼吸性代償： 12～24時間

代謝性代償： 5～7日間

→ **代謝性**に何か起きた時は **呼吸** で代償されるが

呼吸性に何か起きた時はなかなか **腎臓** で代償されない

→ 代償されていないならば：急性

代償していれば：慢性

⑤急性か？慢性か？「呼吸性の場合」

- これ位変化したら、これくらい変化するだいたい目安

PCO₂が**10mmHg** 変化したら → **pH**が **0.08** 変化する

【基準値 PCO₂】 40 - 【実測 PCO₂】 ○○ = A

理論pH = 7.4 - A/10 × 0.08

例) **PCO₂=89.2 → 40-89.2 = 49.2**

理論pH = 7.4 - 49.2/10 × 0.08 = pH 7.01 と推測

この時 **実測の pH が 7.3** だとすると **代償**されており **慢性!**

PCO₂ が上昇して代償的に HCO₃⁻ も上昇している

⑤急性か？慢性か？代謝性か？

- **BE**：ベースエクセス 基準値 $0 \pm 3\text{mEq/l}$
正常な二酸化炭素分圧 ($p\text{CO}_2$) の血液を
正常なpHに戻すために追加または削減する必要のある
理論的な酸の量

* HCO_3 も **BE**も代謝性の異常を見る指標

HCO_3 は呼吸性でも代謝性でも代償性でも変化する

しかし「**BE**」の変化は**代謝性変化でしか変化しない**

「**BE**」が異常ならば**代謝性・代償性変化 = 慢性**

⑥呼吸性・代謝性 合併していたらどうする？

呼吸性アシドーシス

予測範囲 $\text{CO}_3^- = \text{PCO}_2 \times 0.35 \pm 3$

呼吸性アルカローシス

予測範囲 $\text{CO}_3^- = \text{PCO}_2 \times 0.4 \pm 3$

代謝性アシドーシス

予測範囲 $\text{PCO}_2 = \text{HCO}_3^- \times 1.2 \pm 5$

代謝性アルカローシス

予測範囲 $\text{PCO}_2 = \text{HCO}_3^- \times 0.7 \pm 5$

⑥呼吸性・代謝性 合併していたらどうする？

例) 腎不全の人がCO₂ナルコーシスを起こしてたら？

pH : 7.30

PCO₂ : **15** Torr → 呼吸性アシドーシス？

HCO₃⁻ : **18** mmol/l → 代謝性アシドーシス？

PCO₂ = HCO₃⁻ X 1.2

PCO₂ = (24-**18**) × 1.2 ± 5 = **7.2** ± 5

PCO₂の予測範囲は 本来 = **40-7.2** ± 5 = **27.8~37.8** のはず…

実際のデータでは Paco₂ = **15** mmHg

→ 代謝性アシドーシスに呼吸性アルカローシスを合併している

症例①

75歳、男性、10年前より肺気腫を指摘、5年前から労咳・喀痰・呼吸困難を訴え始め、最近呼吸困難と下肢浮腫により緊急入院

pH	7.332
pCO ₂	89.2mmHg
pO ₂	52.0mmHg
HCO ₃	41.0mmol/L
sO ₂	89.2%

①pHの確認

= **アシドーシス**

②呼吸性か代謝性？

= **呼吸性**

③急性か慢性か？

= **慢性**

④結論

= **CO₂ナルコーシス**を起こしている
慢性呼吸性アシドーシス

症例②

術前検査では呼吸器系に異常がなかった。
十二指腸狭窄による嘔吐があった。

患者の病態は？

pH	7.617
pCO ₂	31.3 mmHg
pO ₂	302.6 mmHg
HCO ₃	32.2 mmol/L
BE	9.7
Na	139 mmol/L
K	3.6 mmol/L
Cl	95 mmol/L
AG	11.8 mmol/L

①pHの確認

=アシドーシス

②呼吸性か代謝性？

=代謝性

③急性か？慢性か？

=慢性

③結論

=代謝性アシドーシス

=AGが正常値

嘔吐による

番外編

- 酸素運搬能力の評価

Hb：そもそも酸素を運搬できる能力があるか？

COHb：一酸化炭素中毒がないか？

酸素より200倍の親和性があるため 酸素とHbの結合を妨げる

- 末梢組織での酸素の需要・供給バランス

Lactate (乳酸) 正常値：0 - 1.5 mmol/l

乳酸は抹消の代謝不全を反映

ショック、心不全、敗血症(感染症)、炎症…など(**低酸素症**)

重症化・予後不良を示唆する因子

Spo 2、Sao 2、Pao2の違い

- **Spo2：経皮的動脈血酸素飽和度（％）**
ヘモグロビンに結合している酸素の割合を皮膚の上から図ったもの
- **Sao 2：動脈血酸素飽和度（％）**
ヘモグロビンに結合している酸素の割合を動脈血から図ったもの
- **Pao 2：動脈血酸素分圧（torr、mmHg）**
動脈血内に含まれる酸素の分圧