



RESIDÊNCIA
MÉDICA
S A N A R

NEFROLOGIA



FISIOLOGIA

No nosso sangue, há uma concentração de HCO_3^- – cerca de 1 milhão de vezes superior à concentração de H^+ . Isso é essencial para a manutenção da homeostase interna e funcionamento celular normal. Fruto do metabolismo proteico, **produzimos diariamente 1 mmol/Kg/dia de H^+** .

GASOMETRIA ARTERIAL

Os valores normais da gasometria são importantes de serem lembrados para não haver dúvida de interpretação.

- pH: 7,35-7,45
- HCO_3^- : 22-26 mEq/L
- pCO_2 : 35-45 mmHg
- PO_2 : 90-100 mmHg
- BE: - 3,5 a + 3,5 mEq/L

ACIDOSE METABÓLICA

Vamos seguir uma sequência lógica, um passo a passo, que vai guiar você a acertar todas as questões sobre esse tema.

1° PASSO: ANALISAR O PH

Menor que 7,35 = Acidose

2° PASSO: ANALISAR O HCO_3^-

Menor que 22 mEq/L = Acidose Metabólica

3º PASSO: ANALISAR A RESPOSTA COMPENSATÓRIA

A resposta compensatória na acidose metabólica vem inicialmente dos pulmões.

Na Acidose Metabólica, calcula-se o PCO₂ esperado pela fórmula:

Fórmula: $PCO_2 \text{ esperada} = 1,5 \times HCO_3 + 8 \pm 2$

- ➔ Se o PCO₂ for menor que o esperado: Alcalose Respiratória associada
- ➔ Se o PCO₂ for maior que o esperado: Acidose Respiratória associada

FLASHCARDS

Se o PCO₂ esperado na acidose metabólica for menor ou maior, estaremos diante de quê?

Distúrbio misto!

4º PASSO: CÁLCULO DO ÂNION GAP

Fórmula: $AG = Na - (Cl + HCO_3)$ (VR: 8-12)

Interpretação do AG:

- ➔ **Aumentado:** Significa presença de ânions novos (ex.: Acidose Lática ou Intoxicações); causas demonstradas na tabela a seguir.
- ➔ **Normal:** Compensação por hiperclorêmia; desta forma, pode ser provocado por perdas de HCO₃ – pelo trato gastrointestinal ou presença de acidose tubular renal ou uso de inibidor de anidrase carbônica (ex.: Acetazolamida).
- ➔ **Reduzido ou Negativo:** Menos comum; porém, se for cobrado em prova, pode ser por: hipoalbuminemia; intoxicação por Lítio; gamopatias; presença de hipercalemia ou hipermagnesemia.

FLASHCARDS

O que significa a presença de Acidose com Ânion Gap aumentado?

Significa a presença de algum ânion novo (ex.: Lactato).

Tabela 1. Causas de acidose metabólica com ânion gap elevado.

CAUSAS DE ACIDOSE METABÓLICA COM ÂNION GAP ELEVADO

- Acidose Lática (Tipo A: presença de choque circulatório; tipo B: ausência de choque circulatório);
- Cetoacidose (presença de cetoânions);
- Ingestão de Etilenoglicol; Ingestão de Metanol;
- Infusão de Propilenoglicol;
- Intoxicação por Salicilato;

Fonte: Do autor.



5º PASSO: CÁLCULO DO DELTA GAP

$$\Delta \text{ Gap} = \Delta \text{ Anion Gap} - \Delta \text{ BIC}$$

$$\Delta \text{ Anion Gap} = \text{Anion Gap medido} - 10$$

$$\Delta \text{ BIC} = \text{Bic do paciente} - 24$$

FLASHCARDS

Quando calculamos o Delta Gap?

Quando estamos diante de acidose metabólica com Ânion Gap aumentado.

Tabela 2. Interpretação do Delta Gap.

INTERPRETAÇÃO DO DELTA GAP

- Delta Gap > 5 (redução do bicarbonato é menor que a esperada) = alcalose metabólica concomitante à acidose metabólica com ânion gap aumentado.
- Delta gap < - 5 (redução do bicarbonato é superior à esperada) = acidose metabólica com ânion gap normal associada à acidose metabólica com ânion gap aumentado.
- Delta gap entre - 5 e 5 = apenas acidose metabólica com ânion gap aumentado.

Fonte: Do autor.

ATENÇÃO À SITUAÇÃO ESPECIAL: HIPOALBUMINEMIA

Se houver hipoalbuminemia, para cada 1g/dL menor que 4g/dL de albumina sérica, deve-se aumentar em 2,5 o valor do Ânion Gap.

Segue a fórmula:

$$\text{AG corrigido} = (4 - \text{Alb}) \times 2,5 + \text{AG calculado.}$$

Ex: Paciente com Albumina = 2,0g/dL, Sódio = 138, HCO₃ = 18, Cl = 110:

$$\text{AG calculado} = 10; \text{AG corrigido} = (4 - 2) \times 2,5 + \text{AG calculado} \rightarrow 5 + 10 = 15.$$

TRATAMENTO DAS ACIDOSES METABÓLICAS

Em casos de Acidose Lática tipo A, a restauração da hemodinâmica é o que deve ser buscado.

De forma geral, há 2 situações em que há indicação de infusão de Bicarbonato com maior respaldo em estudos clínicos:

- Cetoacidose Diabética com pH < 7,0 ou ≤ 6,99
- Acidose metabólica aguda com pH < 7,10 e HCO₃ → < 6.

EXPANDINDO CONHECIMENTOS

Acidose Tubular Renal: Ocorre por redução da eliminação de H⁺ ou aumento da excreção renal de HCO₃⁻. É uma Acidose Metabólica com Ânion Gap Normal (portanto, Hiperclorêmica). Atenção a isso, pois é uma característica de todas elas!

Tabela 3. Características básicas das acidoses tubulares renais.

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DAS ACIDOSES TUBULARES RENAIIS	
<p>ATR tipo 1 (distal): redução da secreção de H⁺ em Túbulo Coletor.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dados clínicos: Acidose Metabólica com AG normal + pH urinário > 5,5; K sérico reduzido (ou normal); Hipocitratúria; Hiperclaciúria (principalmente na infância); Litíase renal, podendo também apresentar Nefrocalcinose. <ul style="list-style-type: none"> › O ânion gap urinário é positivo (AG urinário = Na urinário + K urinário – Cloro urinário). • Causas: Genética ou adquirida (ex.: Lúpus; Sjogren). 	<p>Dica Acidose com Hipocalcemia e Litíase renal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tratamento: Citrato de Potássio; Bicarbonato de Sódio; Cloreto de Potássio.
<p>ATR tipo 4: Hipoaldosteronismo (redução da produção ou resistência à ação renal).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dados clínicos: Acidose Metabólica com AG normal + Hiperpotassemia. <ul style="list-style-type: none"> › O ânion gap urinário é positivo. • Causas: Hipoaldosteronismo (ex.: Adrenalectomia; Insuficiência adrenal); DM ou Anemia falciforme podem provocar ATR4 por causar lesão em aparelho justaglomerular (Hipoaldo Hiporreninêmico); Medicações: IECA/BRA, Trime-toprim, Espironlactona; Amilorida; Inibidores de Calcineurina (Tacrolimus, Ciclosporina). • Tratamento: Bicarbonato de Sódio; Fludrocortisona. 	
<p>ATR tipo 2: Aumento da excreção urinária de HCO₃⁻ por déficit de reabsorção em Túbulo proximal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dados clínicos: Acidose Metabólica com AG normal + K sérico reduzido (ou normal); Bicarbonatúria. Correlação com Síndrome de Fanconi (aminoacidúria, glicosúria, fosfatúria, bicarbonatúria). <ul style="list-style-type: none"> › O ânion gap urinário é negativo. • Causas: Genética (ex.: mutação em anidrase carbônica tipo 2); adquirida (ex: uso de Tenofovir). • Tratamento: Bicarbonato de Sódio; Fosfato (se associado a Sind de Fanconi); Potássio, se necessário. 	

Fonte: Do autor.



DICA *ATRs com AG urinário Positivo: Tipo 1 (distal) e Tipo 4 (Hipoaldó). Diferença básica entre ambas: Tipo 4 é Hipercalemêmica.*

FLASHCARDS

Qual Acidose Tubular Renal está associada à litíase renal?
ATR tipo 1.

ALCALOSE METABÓLICA

Alcalose Metabólica é o resultado de um aumento na concentração de Bicarbonato plasmático.

FLASHCARDS

Quais tipos de Acidose Tubular Renal apresentam Ânion Gap urinário positivo?
ATR tipos 1 e 4.

CAUSAS DE ALCALOSE

- ➔ Desidratação/Hipovolemia (uma das principais – em prova, a Hipocloremia pode ser a dica); retenção de CO₂;
- ➔ Hiperaldosteronismo (aumenta reabsorção de Sódio e eliminação de K ou H⁺ pela urina);
- ➔ Vômitos (perdas gástricas de H⁺ e Cl⁻);
- ➔ Diarreia produzida por Adenoma Viloso (embora diarreia produza acidose, o Adenoma Viloso promove Alcalose por eliminar muito potássio e, em relação aos rins, isso promove maior eliminação de H⁺ pela urina);
- ➔ Abuso de Diuréticos (ex.: Furosemida; Tiazídico – geram maior eliminação de K⁺ e H⁺ pela urina);
- ➔ Hipocalemia (pode ser causa e consequência da Alcalose – aumenta a eliminação de H⁺ pela urina em detrimento de poupar mais o K⁺; hipopotassemia acompanha a alcalose).

Vamos seguir um passo a passo para avaliação da Alcalose Metabólica.

1° PASSO: ANALISAR O PH

Maior que 7,45 = Alcalose

2° PASSO: ANALISAR O HCO₃⁻

Maior que 26 mEq/L = Alcalose Metabólica



3º PASSO: ANALISAR A RESPOSTA COMPENSATÓRIA

Na Alcalose Metabólica, calcula-se o PCO₂ esperado pela fórmula:

$$\text{PCO}_2 \text{ esperada} = 15 + \text{HCO}_3 \pm 2$$

- Se PCO₂ for menor que o esperado: Alcalose Respiratória associada
- Se PCO₂ for maior que o esperado: Acidose Respiratória associada

Da mesma forma que a acidose, se a PCO₂ for menor ou maior que a esperada, estaremos diante de um Distúrbio Misto.

QUADRO LABORATORIAL NA ALCALOSE METABÓLICA

Alcalose é acompanhada geralmente de **Hipopotassemia**, **Hipocloremia** (principalmente se houver desidratação), **Hipocalcemia** (a Albumina, em situações de alcalose, se liga ao Cálcio e Libera H⁺; conseqüentemente, os Níveis de Cálcio Iônico-cálcio livre caem); **Retenção de PCO₂** (Pode causar edema cerebral).

QUADRO CLÍNICO DA ALCALOSE METABÓLICA

É caracterizado principalmente por sintomas de desidratação/hipovolemia e as repercussões eletrolíticas:

- Manifestações decorrentes da hipovolemia: lassidão, fadigabilidade, câimbras, hipotensão postural, tontura, turgor alterado, desidratação, hipotensão arterial.
- Manifestações decorrentes da hipocalcemia: astenia, fraqueza, poliúria, polidipsia, íleo adinâmico, arritmias cardíacas.
- Manifestações neurológicas: parestesias, Chovstek, Trousseau, tetania, convulsão, agitação, desorientação, confusão, sonolência, alteração do nível de consciência, coma.

TRATAMENTO NA ALCALOSE METABÓLICA

Além de remover os fatores causais: reduzir perdas gástricas, suspensão de diurético. A base do tratamento é:



- ➔ Hidratação com Soluções que contenham Cloro (ex.: Soro Fisiológico 0,9% contém 154mEq de Cloro/L de solução) e reposição de Potássio (que geralmente acompanha essa condição).

Para pacientes com edema, pode-se utilizar Acetazolamida (diurético que age em túbulo renal proximal inibindo anidrase carbônica e provocando bicarbonatúria).

Alguns pacientes são refratários e **não respondem à expansão volêmica e reposição de cloro**: são chamados de **Cloro Insensíveis**. o Cloro urinário reduzido, geralmente <15 mEq/L, ajuda a avaliar esses casos.

DICA

Para pacientes com Alcalose metabólica refratária e $\text{HCO}_3^- > 50$ mEq/L e/ou $\text{pH} > 7,55$, pode ser necessária a utilização de Ácido Clorídrico (HCL) intravenoso (em veia central); outra opção é o Cloreto de Amônio (NH_4Cl).

FLASHCARDS

Qual eletrólito urinário é utilizado para analisar resposta ao tratamento da alcalose metabólica?

Cloro urinário.

EXPANDINDO CONHECIMENTOS

Situações especiais que cursam com Alcalose: Síndrome de Bartter e Síndrome de Gitelman.

Tabela 4. Características básicas das síndromes de Bartter e Gitelman.

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DAS SÍNDROMES DE BARTTER E GITELMAN
<p>Síndrome de Bartter</p> <p>Subtipo mais comum é uma mutação no Cotransportador Na-K-2Cl (onde atua a Furosemida) na porção espessa ascendente da Alça de Henle.</p> <ul style="list-style-type: none">• Achados: Alcalose + Hipopotassemia + Hipercalciúria (pode apresentar Nefrolitíase ou nefrocalcinose) + Déficit de concentração urinária (volume urinário aumentado).• Tratamento: Reposição de Potássio; uso de Diurético poupador de potássio (Espironolactona e/ou Amilorida); IECA ou BRA também pode ser associado (se houver tolerância).
<p>Síndrome de Gitelman</p> <p>Mutação no cotransportador Na-Cl (onde atuam os Tiazídicos).</p> <ul style="list-style-type: none">• Achados: Alcalose + Hipopotassemia + Hipomagnesemia (mais comum que no Bartter) + Ausência de Hipercalciúria.• Tratamento: Reposição de Potássio e Magnésio; uso de Diurético poupador de potássio (Espironolactona e/ou Amilorida); IECA ou BRA também pode ser associado (se houver tolerância).

Fonte: Do autor.

**DICA**

Em prova, a ausência de Hipercalciúria ajuda a diferenciar o Gitelman do Bartter. Gitelman costuma ter mais Hipomagnesemia que o Bartter. Outra diferença: Gitelman consegue concentrar melhor a urina.

FLASHCARDS

Qual característica laboratorial pode ajudar a diferenciar Bartter de Gitelmann?

A Calciúria, que é elevada no Bartter.

DISTÚRBIOS RESPIRATÓRIOS – CÁLCULO DO HCO_3^- ESPERADO

ACIDOSE RESPIRATÓRIA ($\text{PCO}_2 > 45 \text{ MMHG}$)

- **Aguda:** aumento de 1mmol de HCO_3^- para cada aumento de 10mmHg de PCO_2 acima de 40mmHg.
- **Crônica:** aumento de 4mmol de HCO_3^- para cada aumento de 10mmHg de PCO_2 acima de 40mmHg.

ALCALOSE RESPIRATÓRIA ($\text{PCO}_2 < 35 \text{ MMHG}$)

- **Aguda:** redução de 2mmol de HCO_3^- para cada redução de 10mmHg de PCO_2 abaixo de 40mmHg.
- **Crônica:** redução de 4mmol de HCO_3^- para cada redução de 10mmHg de PCO_2 abaixo de 40mmHg.