

Distúrbios Acidobásicos

Guia de Consulta Rápida

Renato Massaharu Hassunuma
Patrícia Carvalho Garcia
Sandra Heloísa Nunes Messias

canal6 editora

Distúrbios Acidobásicos

Guia de Consulta Rápida

Renato Massaharu Hassunuma
Professor Titular do Curso de Biomedicina da
Universidade Paulista - UNIP, campus Bauru

Patrícia Carvalho Garcia
Coordenadora Auxiliar do Curso de Biomedicina da
Universidade Paulista - UNIP, campus Bauru

Sandra Heloísa Nunes Messias
Coordenadora Geral do Curso de Biomedicina da
Universidade Paulista – UNIP

canal6 editora

1ª. Edição / 2019
Bauru, SP

© Renato Massaharu Hassunuma.

Conselho Editorial:

BIOMÉDICA KELLY COLUSSI PINHEIRO PRECIPITO

Especialista em Reprodução Humana Assistida pela Associação Instituto Sapiientiae

PROFA. DRA. MICHELE JANEGITZ ACORCI-VALÉRIO

Universidade Paulista – UNIP, campus Bauru

Capa, Contracapa e Design:

Renato Massaharu Hassunuma.

CIP – Brasil. Catalogação na Publicação

H355d

Distúrbios Acidobásicos: Guia de Consulta Rápida. / Renato Massaharu Hassunuma, Patrícia Carvalho Garcia, Sandra Heloísa Nunes Messias. – Bauru. Canal 6, 2019.

17 f. : pb.

ISBN 978-65-86030-04-4

1. Bioquímica. 2. Desequilíbrio Ácido-Base. 3. Acidose. 4, Alcaloses. I. Hassunuma, Renato Massaharu. II. Garcia, Patrícia Carvalho. III. Messias, Sandra Heloísa Nunes. VI. Título

CDU: 577.1

Agradecimentos

Nossos sinceros agradecimentos ao **Prof. Aziz Kalaf Filho**, Diretor da Universidade Paulista - UNIP, campus Bauru e ao **Prof. Dr. Paschoal Laércio Armonia**, Diretor do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Paulista - UNIP, pelo apoio fornecido ao **Curso de Biomedicina da Universidade Paulista - UNIP, campus Bauru** no desenvolvimento de eventos, publicações e projetos de extensão.

Prof. Dr. Renato Massaharu Hassunuma
Profa. Dra. Patrícia Carvalho Garcia
Profa. Dra. Sandra Heloísa Nunes Messias

Sumário

1. Tampões biológicos e o tampão bicarbonato	6
2. Distúrbios acidobásicos	7
3. Manifestações clínicas dos distúrbios acidobásicos	8
4. Acidose respiratória	9
5. Alcalose respiratória	10
6. Acidose metabólica	11
7. Alcalose metabólica	12
8. Diagnóstico dos distúrbios acidobásicos	13
9. Atividade prática	14
Bibliografia e sugestões de leitura	15

1. Tampões biológicos e o tampão bicarbonato

No organismo, existem diferentes sistemas tampão importantes no equilíbrio acidobásico. No líquido extracelular, encontram-se os tampões bicarbonato ($\text{HCO}_3^-/\text{CO}_2$) e fosfato ($\text{HPO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{PO}_4^-$). No líquido intracelular, são observados os fosfatos orgânicos (como a adenosina tri, di e monofosfato) e proteínas (como a hemoglobina, formando a oxiemoglobina e desoxiemoglobina). Na urina, temos sistemas tampão formados pelo fosfato, creatinina e amônia.

O sistema tampão constituído pelo íon bicarbonato (HCO_3^-) e pelo ácido carbônico (H_2CO_3) representa um parâmetro importante ao avaliar-se os distúrbios acidobásicos. O ácido carbônico é um ácido bastante fraco e a sua dissociação em íons hidrogênio (H^+) e íons bicarbonato é mínima, em comparação com outros ácidos. Quando um ácido é adicionado ao sangue, o bicarbonato do tampão reage com ele produzindo um sal, formando o bicarbonato de sódio e ácido carbônico. O ácido carbônico produzido pela reação do bicarbonato do tampão, se dissocia em dióxido de carbono e água, e é eliminado nos pulmões.



No organismo, o dióxido de carbono formado pelas células, com produto do metabolismo celular, difunde-se para o plasma e para o interior das hemácias. Nestas células, a anidrase carbônica, uma das enzimas mais eficientes que se conhece, acelera a hidratação do CO_2 .

2. Distúrbios acidobásicos

Os desequilíbrios ácido-base são alterações patológicas da pressão parcial de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$) ou do íons bicarbonato sérico (HCO_3^-) que tipicamente produzem valores de pH arterial anormais. Alguns termos são comumente utilizados ao referir-se a estes distúrbios:

- **Acidose:** refere-se ao acúmulo de ácidos ou perda de álcalis.
- **Alcalose:** refere-se ao acúmulo alcalino ou perda de ácidos.
- **Acidemia:** refere-se ao pH plasmático menor que 7,35, resultante de acidose.
- **Alcalemia:** refere-se ao pH plasmático maior que 7,45, resultante de alcalose.

3. Manifestações clínicas dos distúrbios acidobásicos

De forma geral, os distúrbios acidobásicos leves ou compensados causam poucas manifestações clínicas. Consequências cardiovasculares, metabólicas, neurológicas e respiratórias mais severas podem ser observadas em quadros mais graves ou não compensados (Quadro 1).

Quadro 1 – Manifestações clínicas dos distúrbios acidobásicos

Estado ácido básico	Acidemia	Alcalemia
Consequências clínicas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alterações cardiovasculares: alteração da contratilidade cardíaca, Dilatação arteriolar, venoconstrição, centralização do volume sanguíneo, aumento da resistência vascular pulmonar, diminuição de débito cardíaco, redução da pressão arterial sistêmica, redução do fluxo hepatorenal, diminuição do limiar para arritmias cardíacas, atenuação da responsividade a catecolaminas ▪ Alterações metabólicas: resistência à insulina, inibição da glicólise anaeróbica, redução da síntese de ATP, hiperpotassemia, degradação de proteínas, desmineralização óssea (crônica) ▪ Alterações neurológicas: inibição do metabolismo e regulação do volume celular, obnubilação e coma ▪ Alterações respiratórias: hiperventilação compensatória com possível fadiga da musculatura 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alterações cardiovasculares: constrição arteriolar, redução do fluxo sanguíneo coronário, redução do limiar de angina, diminuição do limiar para arritmias cardíacas ▪ Alterações metabólicas: estímulo de glicólise anaeróbica, formação de ácidos orgânicos, diminuição da dissociação de oxiemoglobina, diminuição do cálcio ionizado, hipopotassemia, hipomagnesemia, hipofosfatemia ▪ Alterações neurológicas: tetania, convulsões, letargia, delirium, estupor ▪ Alterações respiratórias: hipoventilação compensatória com hipercapnia e hipoxemia

Fonte: Lewis JL. Distúrbios ácido-base [Internet]. 2018 mar [acesso 2019 nov 15]. Disponível em: https://www.msmanuals.com/pt-br/profissional/dist%C3%BArbios-end%C3%B3crinos-e-metab%C3%B3licos/regula%C3%A7%C3%A3o-e-dist%C3%BArbios-%C3%A1cido-base/dist%C3%BArbios-%C3%A1cido-base#v987295_pt.

4. Acidose respiratória

- **Conceito:** decorre de hipercapnia decorrente de hipoventilação devido à diminuição de frequência e/ou volume respiratório.
- **Etiologia:** deriva de condições que alteram o estímulo respiratório do sistema nervoso central, alteração da transmissão neuromuscular e outras causas de fraqueza muscular, doenças pulmonares obstrutivas, restritivas ou parenquimatosas.
- **Manifestações clínicas:** cefaleia, confusão, ansiedade, tontura, estupor, perda de memória, distúrbios do sono, sonolência excessiva durante o dia, alterações de personalidade, distúrbios da marcha, tremores, entre outros.

5. Alcalose respiratória

- **Conceito:** decorre de hipocapnia decorrente de hiperventilação devido ao aumento de frequência e/ou volume respiratório.
- **Etiologia:** deriva de condições como: resposta fisiológica à hipóxia (por exemplo: locais de alta altitude), aumento de demandas metabólicas (como no caso da febre, e outras condições graves), e situações de dor, ansiedade e algumas doenças do sistema nervoso central que podem aumentar a frequência respiratória.
- **Manifestações clínicas:** taquipneia, tontura, confusão, parestesias periféricas e periorais, câibras, síncope.

6. Acidose metabólica

- **Conceito:** decorre da redução primária no bicarbonato (HCO_3^-).
- **Etiologia:** deriva de condições como cetoacidose, acidose láctica, insuficiência renal, ingestão de algumas substâncias tóxicas, perda de HCO_3^- pelo trato gastrointestinal ou por via renal.
- **Manifestações clínicas:** assintomática, náuseas, vômitos, mal-estar, hiperpneia (respirações longas e profundas em velocidade normal) não acompanhada por uma sensação de dispneia. Em casos agudos e graves, a disfunção cardíaca pode levar à com hipotensão e choque, arritmias ventriculares e coma. A acidemia crônica causa doenças relacionadas à desmineralização óssea (por exemplo, raquitismo, osteomalacia, osteopenia).

7. Alcalose metabólica

- **Conceito:** decorre do aumento primário no bicarbonato (HCO_3^-).
- **Etiologia:** perda de ácido clorídrico por vômitos recorrentes ou aspiração nasogástrica, uso de diuréticos, doenças que causam perda renal de ácidos, consumo excessivo de bicarbonato.
- **Manifestações clínicas:** hipocalcemia (por aumento da ligação de proteínas ao íon cálcio) e, subsequentemente, cefaleia, letargia e excitabilidade neuromuscular, às vezes com delirium, tetania e convulsões. Também ocorre a redução do limiar para sintomas de angina e arritmias. Hipopotassemia concomitante pode causar fraqueza.

8. Diagnóstico dos distúrbios acidobásicos

A avaliação laboratorial do estado acidobásico é feita por gasometria, dosagem dos eletrólitos séricos e cálculo do intervalo aniônico. A gasometria arterial refere-se a um tipo de exame de sangue colhido de uma artéria e que possui por objetivo a avaliação de parâmetros como: pH plasmático, pressão parcial de gás carbônico plasmático (pCO_2) e concentração plasmática do íon bicarbonato (HCO_3^-). A condição acidobásica do indivíduo é determinada pela avaliação destes parâmetros, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Estado acidobásico	pH plasmático			pCO_2			HCO_3^-		
	diminuído	normal	aumentado	diminuída	normal	aumentada	diminuída	normal	aumentada
Normal		X			X			X	
Acidose mista	X					X	X		
Alcalose mista			X	X					X
Acidose metabólica compensada		X		X			X		
Alcalose respiratória compensada		X		X			X		
Acidose respiratória compensada		X				X			X
Alcalose metabólica compensada		X				X			X
Acidose metabólica parcialmente compensada	X			X			X		
Acidose respiratória parcialmente compensada	X					X			X
Alcalose metabólica parcialmente compensada			X			X			X
Alcalose respiratória parcialmente compensada			X	X			X		
Acidose metabólica não compensada	X				X		X		
Acidose respiratória não compensada	X					X		X	
Alcalose metabólica não compensada			X		X				X
Alcalose respiratória não compensada			X	X				X	

9. Atividade prática

Considerando normal, os seguintes parâmetros de gasometria arterial:

- pH: 7,35 a 7,45
- pCO₂: 35 a 45 mmHg
- HCO₃⁻: 22 a 26 mEq/l.

Determine a condição acidobásica de cada um dos indivíduos a seguir:

- Indivíduo 1: pH = 7,4, pCO₂ = 40 mmHg, HCO₃⁻ = 24 mEq/l
- Indivíduo 1: pH = 7,2, pCO₂ = 50 mmHg, HCO₃⁻ = 15 mEq/l
- Indivíduo 1: pH = 7,4, pCO₂ = 25 mmHg, HCO₃⁻ = 15 mEq/l
- Indivíduo 1: pH = 7,48, pCO₂ = 48 mmHg, HCO₃⁻ = 36 mEq/l
- Indivíduo 1: pH = 7,3, pCO₂ = 60 mmHg, HCO₃⁻ = 30 mEq/l
- Indivíduo 1: pH = 7,52, pCO₂ = 30 mmHg, HCO₃⁻ = 40 mEq/l

Bibliografia e sugestões de leitura

Bleich HL. Computer evaluation of acid-base disorders. J Clin Invest [Internet]. 1969 Sep [acesso 2019 nov 15];48(9):1689–96. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC535740/>.

Gasometria arterial [Internet]. 2019 out 22 [acesso 2019 nov 16]. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Gasometria_arterial.

Laboratório de Estresse Oxidativo (LEO) - Departamento de Biofísica - Instituto de Biociências - UFRGS. Controle do pH em mamíferos [Internet]. 2007 nov 06 [acesso 2019 nov 15]. Disponível em: http://www.ufrgs.br/leo/site_ph/index.htm.

Lewis JL. Distúrbios ácido-base [Internet]. 2018 mar [acesso 2019 nov 15]. Disponível em: https://www.msmanuals.com/pt-br/profissional/dist%C3%BArbios-end%C3%B3crinos-e-metab%C3%B3licos/regula%C3%A7%C3%A3o-e-dist%C3%BArbios-%C3%A1cido-base/dist%C3%BArbios-%C3%A1cido-base#v987295_pt.

Lewis JL. Acidose metabólica [Internet]. 2018 mar [acesso 2019 nov 15]. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/profissional/dist%C3%BArbios-end%C3%B3crinos-e-metab%C3%B3licos/regula%C3%A7%C3%A3o-e-dist%C3%BArbios-%C3%A1cido-base/acidose-metab%C3%B3lica>.

Lewis JL. Alcalose metabólica [Internet]. 2018 mar [acesso 2019 nov 15]. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/profissional/dist%C3%BArbios-end%C3%B3crinos-e-metab%C3%B3licos/regula%C3%A7%C3%A3o-e-dist%C3%BArbios-%C3%A1cido-base/alcalose-metab%C3%B3lica>.

Lewis JL. Acidose respiratória [Internet]. 2018 mar [acesso 2019 nov 15]. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/profissional/dist%C3%BArbios-end%C3%B3crinos-e-metab%C3%B3licos/regula%C3%A7%C3%A3o-e-dist%C3%BArbios-%C3%A1cido-base/acidose-respirat%C3%B3ria>.

Lewis JL. Alcalose respiratória [Internet]. 2018 mar [acesso 2019 nov 15]. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/profissional/dist%C3%BArbios-end%C3%B3crinos-e-metab%C3%B3licos/regula%C3%A7%C3%A3o-e-dist%C3%BArbios-%C3%A1cido-base/alcalose-respirat%C3%B3ria>.

Marzocco A, Torres BB. Bioquímica básica. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2017. Capítulo 1, Sistema tampão; p. 3-10.

Metabolic acidosis [Internet]. 2019 sep 21 [acesso 2019 nov 16]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Metabolic_acidosis.

Metabolic alkalosis [Internet]. 2019 jun 06 [acesso 2019 nov 16]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Metabolic_alkalosis.

Respiratory acidosis [Internet]. 2019 nov 01 [acesso 2019 nov 16]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Respiratory_acidosis.

Respiratory alkalosis [Internet]. 2019 jul 31 [acesso 2019 nov 16]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Respiratory_alkalosis.

Este livro foi proposto como um guia de consulta rápida sobre os diferentes tipos de distúrbios acidobásicos, sendo especialmente desenvolvido para alunos da área de saúde. Sobre o tema, são abordados os fatores etiológicos associados, as principais manifestações clínicas e dicas para classificação rápida de acidoses e alcaloses.

ISBN 978-65-86030-04-4

