

Acidose metabólica e sua associação com o estado nutricional em hemodiálise

Metabolic acidosis and its association with nutritional status in hemodialysis

Autores

Claudia Maria Costa de Oliveira^{1,2}

Caroline Lustosa da Costa Vidal¹

Eurinice Fontenele Cristino¹

Francisco Marto Leal Pinheiro Jr.²

Marcos Kubrusly^{1,2}

¹ UniChristus.

² Universidade Federal do Ceará.

Data de submissão: 07/04/2015.

Data de aprovação: 08/07/2015.

Correspondência para:

Claudia Maria Costa de Oliveira.
Centro Universitário UniChristus e
Universidade Federal do Ceará.
Rua Jacinto Botelho, nº 500, apt
500, Fortaleza, Ceará, Brasil.
CEP: 60.810-050
E-mail: claudiadr1@gmail.com

DOI: 10.5935/0101-2800.20150073

RESUMO

Introdução: A acidose metabólica é frequente em pacientes dialíticos e participa na patogênese da desnutrição energético-proteica destes pacientes. **Objetivos:** Avaliar a prevalência de acidose metabólica em hemodiálise e pesquisar sua associação com o estado nutricional. **Métodos:** Foi realizado um estudo transversal em pacientes em hemodiálise em um único centro. O estado nutricional foi avaliado por meio de indicadores antropométricos, bioquímicos e da bioimpedância elétrica multifrequencial. Acidose metabólica foi definida como bicarbonato sérico (BIC) < 22 mEq/L, e os pacientes foram divididos em 3 grupos, segundo o BIC (< 15,15-21,9 e ≥ 22). A associação entre o BIC e as variáveis contínuas foi pesquisada com o teste de Kruskal Wallis. A correlação linear entre o BIC e as variáveis do estudo também foi testada. **Resultados:** Foram avaliados 95 pacientes, 59% masculinos, idade média 52,3 anos. A prevalência de acidose metabólica foi 94,7%. O IMC, o ganho de peso interdialítico e o PTH foram significativamente diferentes entre os 3 grupos de BIC. O BIC apresentou correlação negativa significativa com ureia, fósforo e ganho de peso interdialítico. Não houve correlação significativa com albumina, ângulo de fase e índice de massa magra. **Conclusão:** A prevalência de acidose metabólica foi elevada na população em estudo, e um BIC mais baixo correlacionou-se com valores maiores de ureia, PTH, fósforo, ganho de peso interdialítico e menores de IMC. A avaliação do estado metabólico em hemodiálise deve ser implementada rotineiramente, considerando-se os efeitos negativos da acidose no estado nutricional, inflamatório e na doença óssea.

Palavras-chave: acidose; avaliação nutricional; desnutrição proteico-calórica; diálise renal.

ABSTRACT

Introduction: Metabolic acidosis is a common problem in dialysis patients and plays an important role in the pathogenesis of protein-energy malnutrition in these patients. **Objectives:** To assess the prevalence of metabolic acidosis in hemodialysis and search their association with nutritional status. **Methods:** A cross-sectional study was performed in hemodialysis patients at a single center. Nutritional status was assessed by anthropometric, biochemical and multifrequency bioelectrical impedance analysis. Metabolic acidosis was defined as serum bicarbonate (BIC) < 22 mEq/L and patients were divided into 3 groups according to BIC (< 15.15 to 21.9 and ≥ 22). The association between BIC and continuous variables was investigated using the Kruskal Wallis test. The linear correlation between BIC and the variables of the study was also tested. **Results:** We studied 95 patients, 59% male, mean age 52.3 years. The prevalence of metabolic acidosis was 94.7%. BMI, interdialytic weight gain and PTH were significantly different among the 3 groups of BIC. The BIC was negatively correlated with urea, phosphorus and interdialytic weight gain. There was no significant correlation with albumin, phase angle and lean body mass index. **Conclusion:** The prevalence of metabolic acidosis was high in this population, and a lower BIC correlated with higher levels of urea, PTH, phosphorus, interdialytic weight gain and lower BMI. The evaluation of acid-basic status should be routinely implemented in dialysis patients by considering the negative effects of acidosis on the nutritional status, inflammation and bone disease.

Keywords: acidosis; nutrition assessment; protein-energy malnutrition; renal dialysis.

INTRODUÇÃO

A acidose metabólica crônica é um problema frequente em pacientes com DRC, principalmente naqueles em estágios mais avançados. Tem prevalência variável nos pacientes em diálise,¹ sendo detectada em um número considerável de pacientes, a despeito de um bom índice de adequação dialítica.²

A acidose metabólica tem como consequência alterações nutricionais, devido ao aumento no catabolismo proteico e na oxidação de aminoácidos de cadeia ramificada, resultando em balanço nitrogenado negativo;^{1,3} redução da síntese proteica; inflamação sistêmica e redução da concentração sérica da leptina.⁴

Outras consequências da acidose metabólica são a perda de massa óssea devido à liberação de fosfato de cálcio do osso para a circulação, que ajuda no tamponamento da acidose, mas que resulta também em piora da hiperfosfatemia; progressão mais rápida da insuficiência renal; distúrbios endócrinos múltiplos como hiperglicemia, hiperinsulinemia, hiperglucagonemia, elevação do GH e das catecolaminas; aumento dos níveis de citocinas e da B₂-microglobulina; hipertrigliceridemia; hipotensão arterial; indisposição; mal-estar e aumento da mortalidade.⁵

A desnutrição energético-proteica contribui para a morbimortalidade em hemodiálise e tem fisiopatogenia multifatorial, podendo resultar da perda de nutrientes durante a diálise; do aumento do catabolismo proteico e diminuição da síntese de proteínas; da redução da ingestão calórico-proteica; da resistência periférica à insulina que resulta em aceleração da atrofia muscular e da acidose metabólica.²

Estudos em pacientes dialíticos na população brasileira avaliando a prevalência de acidose metabólica, bem como sua associação com o estado nutricional, são escassos, justificando o presente estudo.

MÉTODOS

A população em estudo compreendeu pacientes portadores de insuficiência renal crônica em hemodiálise em um único centro de diálise da cidade de Fortaleza-CE.

O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário UniChristus, sob o número 071/2012.

O estudo apresenta um desenho transversal, tendo sido incluídos pacientes com mais de 18 anos, com tempo de diálise superior a 3 meses, que pudessem ser submetidos à medida direta de peso e altura, que não apresentassem contraindicação à realização de bioimpedância elétrica multifrequencial, que tivessem uma fístula arteriovenosa como acesso vascular para diálise e que assinaram o termo de consentimento para participação no estudo.

Os pacientes foram submetidos à coleta de sangue no lado arterial da fístula arteriovenosa no período pré-diálise. O sangue coletado foi acondicionado em recipiente com gelo e enviado imediatamente para análise. A gasometria não é realizada rotineiramente nas Clínicas de Hemodiálise. A acidose metabólica foi definida como bicarbonato sérico < 22 mEq/l.

A avaliação do estado nutricional foi realizada utilizando-se indicadores antropométricos, bioquímicos e bioimpedância elétrica.

O índice antropométrico utilizado foi o índice de massa corporal (IMC) calculado a partir do peso seco pós-diálise e da altura. Os pacientes com IMC < 23 kg/m² foram considerados desnutridos.⁶

O indicador bioquímico do estado nutricional avaliado foi a dosagem de albumina sérica pré-diálise. O exame foi colhido no dia da coleta de sangue para avaliação mensal da clínica, estando o paciente em jejum. A dosagem de albumina foi realizada pelo método do verde de bromocresol.⁷ Foram considerados desnutridos pacientes com albumina < 4 g/dl.⁶

Outras variáveis laboratoriais colhidas nos exames mensais da Clínica foram registradas para avaliar associação com o bicarbonato sérico, tais como: hemoglobina, ureia, creatinina, potássio, fósforo e PTH.

O Kt/V foi obtido no programa de microcomputadores que utiliza a equação de Daugirdas e a cinética de ureia para o seu cálculo.⁸ Os pacientes com Kt/V inferior a 1,2 apresentavam uma diálise inadequada.

A bioimpedância elétrica foi realizada imediatamente antes do início da sessão de diálise, utilizando-se o BCM (*Body Composition Monitor*) da Fresenius Medical Care. Uma corrente elétrica multifrequencial (oscilando entre 5 a 1000 kHz) foi aplicada ao paciente por meio dos eletrodos distais, e a queda da voltagem foi detectada nos eletrodos proximais, gerando assim a impedância.

Os dados obtidos foram inseridos no programa de microcomputadores do BCM da Fresenius Medical Care e indiretamente foram calculados a massa magra, a massa gorda, a massa celular corporal e o índice de massa magra (massa magra em kg dividido pela altura em metros elevada ao quadrado). O ângulo de fase considerado foi aquele registrado na corrente elétrica de 50 Hz. Os pacientes com ângulo de fase inferior a 5 graus foram considerados desnutridos, segundo Barbosa-Silva *et al.*⁹

As medidas de peso, altura e a bioimpedância elétrica foram obtidas na mesma avaliação, e os testes bioquímicos foram colhidos no mesmo mês desta avaliação. As características demográficas e os dados referentes ao tratamento dialítico (incluindo a média mensal do ganho de peso interdialítico) foram obtidos a partir dos prontuários dos pacientes na Clínica.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis contínuas foram expressas em média \pm desvio padrão e as variáveis categóricas em percentuais.

Os pacientes foram divididos em 3 grupos segundo o bicarbonato sérico (BIC) (< 15 , $15-21,9$ e ≥ 22 mEq/L). A associação entre o BIC e as variáveis contínuas foi pesquisada usando o teste de Kruskal Wallis. Um valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

Foram realizados testes estatísticos para avaliar a correlação linear entre os vários parâmetros pesquisados no diagnóstico do estado nutricional e a presença de acidose metabólica, medida através do bicarbonato sérico. O teste de Pearson foi utilizado para avaliar a correlação linear entre as variáveis pesquisadas. Os dados foram registrados em uma planilha de Microsoft Excel 5.0 e depois transferidos para o programa SPSS versão 20.0, na qual a análise estatística foi realizada.

RESULTADOS

A população em estudo compreendeu 95 pacientes, sendo 56 do sexo masculino (59%), com idade média de 52,3 anos ($\pm 14,4$). A doença renal primária foi indeterminada em 42,1% dos casos, doença renal hipertensiva em 16,8% e nefropatia diabética 16,8%. A mediana do tempo em diálise foi de 109,7 meses. A frequência do tratamento dialítico foi de 3 vezes/semana em 85% dos casos, sendo o bicarbonato da solução de diálise de 38 mEq/L e todos os pacientes dialisavam com capilar de polissulfona de alto fluxo. O ganho de peso interdialítico médio foi de 3,82 kg ($\pm 1,27$).

As características das variáveis antropométricas, laboratoriais e da BIE estão demonstradas na Tabela 1 e os dados das gasometrias estão na Tabela 2.

TABELA 1 CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS, LABORATORIAIS E DA BIE NA POPULAÇÃO EM ESTUDO

	Média \pm Desvio Padrão (DP)
Peso	63,14 \pm 5,08 Kg
IMC	24,61 \pm 4,82 Kg/m ²
Ureia	124,89 \pm 32,80 mg/dl
Creatinina	10,35 \pm 2,62 mg/dl
Fósforo	4,90 \pm 1,16 mg/dl
Albumina	3,96 \pm 0,28 g/dl
Hemoglobina	12,54 \pm 1,81 g/dl
PTH	593,47 \pm 517,08 ng/ml
KTv	1,47 \pm 0,28
Ângulo de fase	4,88 \pm 0,98 graus
Índice de massa magra	12,59 \pm 3,03

IMC: índice de massa corporal.

TABELA 2 CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS, LABORATORIAIS E DA BIE NA POPULAÇÃO EM ESTUDO

	Média \pm Desvio Padrão (DP)
pH	7,29 \pm 0,06
HCO ₃	17,32 \pm 2,35
CO ₂	18,42 \pm 2,42
PCO ₂	36,05 \pm 5,41
BE	-8,21 \pm 2,89

BE: base excesso.

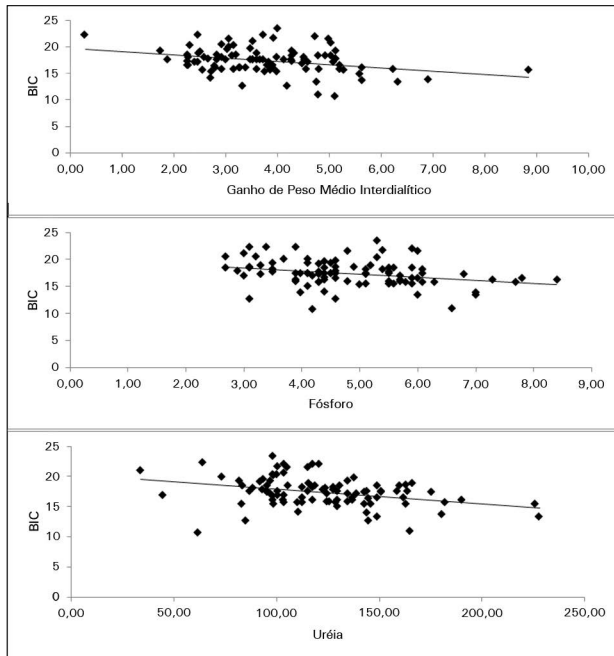
A prevalência de acidose metabólica segundo o BIC foi de 94,7%, sendo que 10,5% dos pacientes apresentavam HCO₃⁻ menor que 15 mEq/L e 84,2% entre 15 e 21,9 mEq/L.

A prevalência de desnutrição segundo o IMC, a albumina e o ângulo de fase foi de 38,9%, 44,2% e 56,8%, respectivamente.

Os testes de correlação linear entre o bicarbonato sérico (BIC) e as variáveis do estudo mostraram correlação negativa significativa com a ureia ($r = -0,344$; $p = 0,001$), fósforo ($r = -0,297$; $p = 0,003$) e ganho de peso interdialítico ($r = -0,319$; $p = 0,002$) (Figura 1).

Os pacientes foram divididos em 3 grupos segundo BIC (< 15 , $15-21,9$ e ≥ 22 mEq/L). Os valores médios das variáveis do estudo segundo o grupo do BIC estão demonstrados na Tabela 3.

Figura 1. Correlação linear entre o bicarbonato sérico e as variáveis do estudo.



O IMC, o ganho de peso interdialítico e o PTH foram significativamente diferentes entre os 3 grupos de BIC ($p = 0,026$, $0,016$ e $0,028$ respectivamente). Houve tendência a uma diferença significativa para a creatinina ($p = 0,05$).

DISCUSSÃO

A prevalência de acidose metabólica em diálise na literatura tem sido amplamente variável. No presente estudo, a prevalência de acidose metabólica em pacientes dialíticos foi bastante elevada (94,7%), apesar da concentração de bicarbonato na solução de diálise ser de 38 mEq/L. Em outro estudo brasileiro, Santos *et al.*² também identificaram uma prevalência elevada de acidose metabólica (90%) em pacientes hemodialisados com adequado Kt/V, tendo sido utilizado o mesmo ponto de corte (BIC < 22 mEq/L). No estudo de Lin *et al.*¹⁰ usando um ponto de corte de 21 mEq/L para o bicarbonato, somente 17% dos pacientes eram acidóticos pré-diálise. Segundo Kim & Han,¹¹ 1/3 a 1/2 dos pacientes em hemodiálise apresentam níveis de bicarbonato pré-dialise < 22 mEq/L com concentração de bicarbonato na solução de diálise entre 33-38 mEq/L. Wu *et al.*,¹² avaliando 56.386 pacientes em hemodiálise, identificaram que 49% apresentavam bicarbonato pré-diálise < 22 mEq/L. Vashistha *et al.*,¹³ avaliando 10.400 pacientes em hemodiálise, observaram que 40% eram acidóticos

pré-diálise (BIC < 22 mEq/L). Segundo diretrizes do K/DOQI (2002),¹⁴ o bicarbonato sérico deve ser medido uma vez ao mês em pacientes em hemodiálise e seus níveis pré-diálise devem ser mantidos igual ou maior do que 22 mEq/L.

A acidose metabólica tem efeitos prejudiciais nos pacientes portadores de doença renal crônica, tais como a osteodistrofia renal, a inflamação e o estado nutricional comprometido.¹⁵

A prevalência de desnutrição em hemodiálise é variável entre 25-80%^{16,17} e está associada com o aumento da morbimortalidade. A monitorização periódica do estado nutricional deve fazer parte do seguimento de pacientes em diálise, sendo fundamental para prevenir, diagnosticar e tratar a desnutrição proteico-calórica. A identificação e o tratamento precoce do déficit nutricional podem reduzir o risco de infecções e outras complicações, bem como a mortalidade desses pacientes.¹⁸ Estudos têm indicado que uma das principais causas de desnutrição nesses pacientes é a acidose sistêmica.^{19,20}

O efeito da acidose metabólica no estado nutricional e na sobrevida de pacientes em diálise é uma questão controversa. Alguns estudos mostram que acidose metabólica de leve a moderada indica uma ingestão superior de proteína e melhor estado nutricional e sobrevida.^{10,21,22} Já outros autores acreditam que a acidose metabólica promove, por meio de catabolismo da proteína endógena e inflamação, a indução da desnutrição energético-proteica, levando a um pior resultado.²⁰⁻²⁷

Bommer *et al.*,²⁸ ao avaliarem pacientes em hemodiálise, encontraram uma forte associação entre a ingestão proteica e a presença de acidose. Pacientes com concentrações de bicarbonato de aproximadamente 15 mEq/L consumiam dietas com elevado teor proteico, o que resultou em incremento no metabolismo das proteínas e, conseqüentemente, em maior carga ácida produzida. Isso foi confirmado pela relação inversa entre o bicarbonato e o Equivalente Proteico do Aparecimento do Nitrogênio Total (PNA), uma medida indireta do catabolismo de proteínas e de sua ingestão, encontrado nos indivíduos estudados.

O IMC apresenta baixa sensibilidade em detectar a desnutrição em pacientes com doença renal crônica em hemodiálise, devido à retenção de líquidos, comum nestes pacientes. Na tentativa de minimizar o erro na interpretação, o IMC é calculado a partir do peso seco.

TABELA 3 AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS EM ESTUDO SEGUNDO O GRUPO DE BICARBONATO SÉRICO

	HCO ₃ < 15 Média (± DP)	HCO ₃ 15-21,9 Média (± DP)	HCO ₃ ≥ 22 Média (± DP)	p
Idade (anos)	50,4 (± 13,2)	52,73 (± 14,03)	49,20 (± 19,85)	0,927
Tempo em diálise (meses)	203,34 (± 175,87)	159,29 (± 142,90)	91,08 (± 89,14)	0,312
Peso (kg)	56,50 (± 10,27)	64,53 (± 15,60)	54,20 (± 7,36)	0,098
IMC (kg/m ²)	21,74 (± 2,81)	25,16 (± 4,95)	21,58 (± 2,52)	0,026
Ganho de peso interdialítico	4,93 (± 1,28)	3,73 (± 1,15)	3,05 (± 1,74)	0,016
Ureia (mg/dL)	140,00 (± 47,40)	121,43 (± 31,13)	101,00 (± 22,78)	0,127
Creatinina (mg/dL)	9,33 (± 2,81)	10,68 (± 2,52)	7,36 (± 3,22)	0,050
Albumina (g/dl)	3,81 (± 0,30)	3,98 (± 0,26)	4,10 (± 0,31)	0,135
Fósforo (mg/dL)	5,10 (± 1,41)	4,81 (± 1,18)	4,32 (± 1,22)	0,544
PTH (ng/ml)	583,41 (± 545,05)	621,91 (± 520,75)	158,58 (± 77,89)	0,028
Kt/V	1,63 (± 0,29)	1,43 (± 0,32)	1,46 (± 0,26)	0,275
Ângulo de fase (graus)	4,47 (± 1,05)	4,9 (± 0,97)	4,61 (± 1,07)	0,288
Índice de massa magra	11,35 (± 1,99)	12,67 (± 3,06)	14,10 (± 4,19)	0,344

A literatura tem descrito o IMC com pontos de corte para desnutrição na IRC que varia de 18,5-25 kg/m².^{16,17,29-32} Atualmente, recomenda-se que pacientes em HD devem manter o IMC acima de 23 kg/m².^{6,33} reforçando o conceito de que o IMC na IRC deve ser acima dos níveis recomendados pela Organização Mundial de Saúde,³⁴ uma vez que esses pacientes estão sujeitos a maior risco de intercorrências infecciosas ou a períodos de maior demanda metabólica, e que uma reserva adicional de energia pode trazer um impacto positivo na morbimortalidade.

Entretanto, a melhor avaliação do volume de água corporal é feita através da bioimpedância.² Por isso, é importante também avaliar os índices de massa magra e massa gorda, obtidos por bioimpedância elétrica. Apesar das limitações do IMC, no presente estudo foi observada uma diferença significativa na média do IMC entre os três grupos de bicarbonato, com valores maiores de IMC em paciente moderadamente acidóticos e menores naqueles muito acidóticos ou com BIC > 22 mEq/L. O IMC correlacionou-se negativamente com o bicarbonato no estudo de Chauveau *et al.* (7123 pacientes)²² e Lin *et al.* (120 pacientes).¹⁰ É possível que uma alta ingestão proteica resultando em uma maior produção de carga ácida tenha superado os efeitos deletérios na acidose no catabolismo proteico. Por outro lado, Dumler *et al.*,³⁵ avaliando 124 pacientes em diálise, não detectaram diferença no IMC entre pacientes acidóticos (BIC < 18) e não acidóticos, assim como não houve correlação significativa entre BIC pré-diálise e o IMC no estudo de Wu *et al.*¹²

A concentração de albumina sérica é um dos índices mais sensíveis de desnutrição em pacientes em hemodiálise^{36,37} e existe evidência que a acidose metabólica contribuiu para o baixo nível de albumina sérica.^{20,25,38,39} A hipoalbuminemia é um forte preditor de mortalidade em pacientes em diálise.²¹ Dois estudos epidemiológicos com grande número de pacientes encontraram correlação inversa significativa entre albumina sérica e bicarbonato pré-diálise.^{22,40} Da mesma forma, Lin *et al.*¹⁰ encontraram que a albumina do soro tendeu a ser maior em pacientes acidóticos em hemodiálise. Sabe-se que a maior ingestão de proteínas aumenta a síntese de albumina, enquanto que acidose metabólica crônica moderada pode contribuir para a hipoalbuminemia por aumentar o catabolismo proteico e diminuir a síntese de albumina.^{3,4,38} Portanto, uma maior ingestão de proteína pode aumentar a síntese de albumina e isso pode compensar a redução devido à acidose metabólica,¹⁰ porém não temos como avaliar este aspecto no presente estudo, uma vez que não foi verificado a quantidade de proteína ingerida por paciente.

Entretanto, em estudo prévio com 47 pacientes, detectou-se uma correlação direta entre a albumina e o bicarbonato sérico. Um bicarbonato menor que 22 mEq/L (observado em 17 pacientes) correlacionou-se com uma menor concentração de albumina sérica, quando comparado com pacientes com bicarbonato maior que 22 mEq/L.⁴¹ No presente estudo, os valores de albumina foram menores nos pacientes mais acidóticos, apesar de não haver diferença significativa estatística entre os 3 grupos de BIC.

A ureia tem relação direta com a ingestão e/ou quebra endógena de proteínas. Nos pacientes em hemodiálise, os níveis baixos de ureia sérica são dependentes da função renal residual e da intensidade da diálise e, além disso, apresentam correlação direta com a taxa de mortalidade.²¹

Chauveau *et al.*²² analisaram o bicarbonato plasmático pré-diálise, correlacionando-o com a ureia, e observaram forte correlação negativa entre essas variáveis. Moran *et al.*⁴² também relataram uma diminuição na ureia inversamente proporcional com o aumento na concentração plasmática de bicarbonato em pacientes em hemodiálise. Uribarri *et al.*⁴³ observaram uma relação inversa significativa entre bicarbonato menor que 21 mEq/L e maiores níveis de creatinina e ureia pré-diálise. Essa correlação negativa entre a ureia e o bicarbonato sérico também foi encontrada no presente estudo ($r = 0,344$; $p = 0,001$), embora a correlação com a creatinina tenha apresentado apenas tendência a significativa. (valores menores de creatinina no grupo sem acidose metabólica).

Em relação ao fósforo, Gao *et al.*⁴⁴ encontraram uma associação inversa entre o bicarbonato sérico e o fósforo em 50 pacientes em hemodiálise. Wu *et al.*¹² também observaram que o fósforo sérico apresentou uma correlação inversa e significativa com o bicarbonato sérico, indicando que pacientes hiperfosfatêmicos em diálise de manutenção tendem a ter um menor nível de bicarbonato sérico. No presente estudo, o fósforo apresentou uma correlação negativa com o bicarbonato. Uma hipótese para explicar essa correlação inversa entre o bicarbonato e o fósforo seria a maior ingestão de proteína, que pode levar a uma hiperfosfatemia e acidose, mas como uma das limitações do nosso estudo foi a não avaliação da quantidade de proteína ingerida por cada paciente fica difícil afirmar essa hipótese. No estudo DOPPS (*Dialysis Outcome Practice Pattern Study*) houve essa mesma correlação inversa entre bicarbonato e fósforo e acredita-se ser devido à maior ingestão de proteína pelos pacientes.²⁸

O presente estudo identificou uma correlação negativa entre o bicarbonato sérico e o ganho de peso interdialítico, podendo apenas traduzir que pacientes que ganhavam mais peso eram aqueles que faziam também maior ingestão proteica e, portanto, apresentavam maior grau de acidose metabólica, o que não pode ser confirmado pela não avaliação

de ingestão proteica por questionários alimentares no presente estudo. Em um estudo norte-americano prospectivo⁴⁵ não houve diferença significativa entre os grupos para as concentrações séricas de albumina e o ganho de peso interdialítico para pacientes com ou sem reposição diária de bicarbonato de sódio oral. Uma crítica feita a este estudo foi o fato de que os autores incluíram pacientes que estavam minimamente acidóticos e que tinham níveis quase normais de albumina.

A correção rápida da acidose metabólica atenua a atividade circulante do PTH na IRC e pode sublinhar a importância de manter a homeostase ácido-base normal, particularmente na presença de hiperparatireoidismo secundário.⁴⁶ A acidose metabólica contribui para a osteodistrofia renal e juntamente com a hiperfosfatemia, hipocalcemia e o metabolismo alterado da vitamina D pode resultar em níveis elevados de PTH e calcificações metastáticas. Entretanto, o impacto da correção da acidose metabólica nos níveis de PTH e no metabolismo cálcio-fósforo é ainda controverso. Movilli *et al.*⁴⁷ demonstraram que a correção da acidose metabólica em 12 pacientes em hemodiálise com hiperparatireoidismo secundário associou-se com a redução das concentrações de PTH possivelmente por um efeito direto na secreção do PTH. Brady & Hasbargen⁴⁵ não encontraram diferença significativa do PTH com a correção da acidose metabólica em 36 pacientes em diálise. Por outro lado, na avaliação prospectiva de 48 pacientes durante 4 meses, a correção da acidose metabólica esteve associada à redução do cálcio sérico e aumento dos níveis de PTH. Isto pode ser um efeito indesejável porque pode agravar o hiperparatireoidismo secundário.⁴⁸ No presente estudo, foi encontrado que o PTH foi significativamente diferente entre os três grupos do estudo, tendo o BIC mais baixo se correlacionado com valores mais alto de PTH.

A composição corporal avaliada pelo BCM parece ser uma ferramenta válida na avaliação nutricional, além de estimar o estado de hidratação. No futuro, talvez venha a ser um padrão ouro na avaliação nutricional.⁴⁹ Em estudo prévio, a avaliação do estado nutricional pelo BCM correlacionou bem com outras medidas clínicas e laboratoriais de nutrição e inflamação.⁵⁰ Além disto, o índice de massa magra inferior a 10% dos valores normais esteve associado significativamente com a mortalidade na avaliação de

748 pacientes em hemodiálise,⁵¹ bem como menores valores de albumina e IMC.

No presente estudo, o índice de massa magra teve correlação significativa com a creatinina ($r = 0,276$, $p = 0,006$) e a albumina ($r = 0,264$, $p = 0,008$), mas não teve correlação com IMC e bicarbonato (dados não apresentados nos resultados). Embora nos pacientes mais acidóticos tenham sido observados menores índices de massa magra, esta diferença não foi significativa do ponto de vista estatístico. A associação entre o estado nutricional avaliado pelo índice de massa magra e o bicarbonato não foi avaliada em estudos prévios.

O presente estudo apresentou algumas limitações, sendo uma delas o fato de que a avaliação ácido-básica foi baseada em apenas um exame mensal de gasometria para definir o estado metabólico do paciente. A ingestão alimentar de proteína também não foi avaliada, o que impossibilitou a avaliação da correlação entre a ingesta proteica, os parâmetros nutricionais e o estado ácido-básico. Outras limitações foram o pequeno tamanho da amostra e a ausência de avaliação nutricional por meio de outros parâmetros antropométricos, como as medidas da circunferência do braço e circunferência muscular do braço; bem como a ausência de avaliação do estado de acidose metabólica pós-dialise, enfatizando o grau de correção da acidose com o tratamento dialítico.

Entretanto, são vantagens do presente estudo o fato de que são poucos os estudos que avaliam a sua prevalência de acidose metabólica e a sua associação com parâmetros nutricionais no nosso país. A realização de gasometria no controle mensal não é rotineira nas clínicas de diálise do Brasil, uma vez que envolve um custo com exame não repassado pelo Sistema Único de Saúde e que não é uma exigência da Agência Nacional de Vigilância Sanitária através da Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 154, de 25 de junho de 2004,⁵² que estabelece o regulamento técnico para o funcionamento dos serviços de diálise no Brasil.

Os autores acreditam que a importância da acidose metabólica tem sido subestimada em hemodiálise e sugerem que a monitorização periódica do estado ácido-básico seja implementada regularmente nos pacientes em diálise, com a finalidade de manter um bicarbonato pré-diálise > 22 mEq/L, mesmo que para isto seja necessária, além do controle da ingestão proteica destes pacientes, a suplementação de bicarbonato no intervalo interdialítico.

Estudos recentes têm enfatizado a importância do bicarbonato na mortalidade dos pacientes com doença renal crônica.^{53,54} O melhor conhecimento da interação entre acidose metabólica e estado nutricional poderá modificar a conduta destes pacientes e talvez resultar em melhora na morbimortalidade dos mesmos.

CONCLUSÕES

A prevalência de acidose metabólica foi elevada na população em estudo, e um bicarbonato mais baixo correlacionou-se com valores maiores de ureia, creatinina, fósforo, PTH, ganho de peso interdialítico e menores de IMC. Não houve diferença no estado da acidose metabólica segundo a idade do paciente ou o tempo em diálise, e a prevalência de desnutrição foi variável entre 38,9 a 56,8%, segundo o marcador nutricional avaliado (IMC, albumina ou ângulo de fase). Estudos adicionais com outros desenhos são necessários para melhor avaliação desta prevalência e de sua implicação com desnutrição em hemodiálise.

REFERÊNCIAS

1. Lugon JR. Diálise: Efeitos adversos da acidose metabólica crônica em hemodialisados. *J Bras Nefrol* 1997;19:95-7.
2. Santos EMC, Petribú MMV, Gueiros APS, Gueiros JEB, Cabral PC, Campos ACS, et al. Efeito benéfico da correção da acidose metabólica no estado nutricional de pacientes em hemodiálise. *J Bras Nefrol* 2009;31:244-51. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-28002009000400002>
3. Mafra D, Burini RC. Efeitos da correção da acidose metabólica com bicarbonato de sódio sobre o catabolismo proteico na insuficiência renal crônica. *Rev Nutr* 2001;14:53-9.
4. Leal VO, Leite Júnior M, Mafra D. Acidose metabólica na doença renal crônica: abordagem nutricional. *Rev Nutr* 2008;21:93-103. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732008000100010>
5. Riella MC, Pachaly MA. Metabolismo ácido-básico. In: Riella MC. Princípios de nefrologia e distúrbios hidroeletrólíticos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.
6. Fouque D, Kalantar-Zadeh K, Kopple J, Cano N, Chauveau P, Cuppari L, et al. A proposed nomenclature and diagnostic criteria for protein-energy wasting in acute and chronic kidney disease. *Kidney Int* 2008;73:391-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ki.5002585>
7. Tietz NW. *Fundamentals of Clinical Chemistry. Analysis, methods, pathophysiology and interpretation.* Philadelphia: W. B. Saunders; 1987. p.328-30.
8. Daugirdas JT. Simplified equations for monitoring Kt/V, PCRn, eKt/V, and ePCRn. *Adv Ren Replace Ther* 1995;2:295-304.
9. Barbosa-Silva MC, Barros AJ, Post CL, Waitzberg DL, Heymsfield SB. Can bioelectrical impedance analysis identify malnutrition in preoperative nutrition assessment? *Nutrition* 2003;19:422-6.
10. Lin SH, Lin YF, Chin HM, Wu CC. Must metabolic acidosis be associated with malnutrition in haemodialysed patients? *Nephrol Dial Transplant* 2002;17: 2006-10.
11. Kim HJ, Han SW. Metabolic acidosis in maintenance hemodialysis patients: clinical impact and intervention. *Electrolyte Blood Press* 2007;5:42-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.5049/EBP.2007.5.1.42>

12. Wu DY, Shinaberger CS, Regidor DL, McAllister CJ, Kopple JD, Kalantar-Zadeh K. Association between serum bicarbonate and death in hemodialysis patients: is it better to be acidic or alkalotic? *Clin J Am Soc Nephrol* 2006;1:70-8. PMID: 17699193
13. Vashistha T, Kalantar-Zadeh K, Molnar MZ, Torlén K, Mehrotra R. Dialysis modality and correction of uremic metabolic acidosis: relationship with all-cause and cause-specific mortality. *Clin J Am Soc Nephrol* 2013;8:254-64. DOI: <http://dx.doi.org/10.2215/CJN.05780612>
14. National Kidney Foundation. K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Am J Kid Dis* 2002;39:S1-266.
15. Marques FO, Libório AB, Daher EF. Effect of chloride dialysate concentration on metabolic acidosis in maintenance hemodialysis patients. *Braz J Med Biol Res* 2010;43:996-1000. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2010007500094>
16. Aparicio M, Cano N, Chauveau P, Azar R, Canaud B, Flory A, et al. Nutritional status of haemodialysis patients: a French national cooperative study. French Study Group for Nutrition in Dialysis. *Nephrol Dial Transplant* 1999;14:1679-86. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ndt/14.7.1679>
17. Stenvinkel P, Heimbürger O, Paultre F, Diczfalusy U, Wang T, Berglund L, et al. Strong association between malnutrition, inflammation, and atherosclerosis in chronic renal failure. *Kidney Int* 1999;55:1899-911. PMID: 10231453 DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1755.1999.00422.x>
18. Oliveira CMC, Kubrusly M, Mota RS, Silva CAB, Oliveira VN. Desnutrição na insuficiência renal crônica: qual o melhor método diagnóstico na prática clínica? *J Bras Nefrol* 2010;32:57-70.
19. Mitch WE. Influence of metabolic acidosis on nutrition. *Am J Kidney Dis* 1997;29:46-8. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6386\(97\)90115-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6386(97)90115-3)
20. Movilli E, Zani R, Carli O, Sangalli L, Pola A, Camerini C, et al. Correction of metabolic acidosis increases serum albumin concentrations and decreases kinetically evaluated protein intake in haemodialysis patients: a prospective study. *Nephrol Dial Transplant* 1998;13:1719-22. PMID: 9681718 DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ndt/13.7.1719>
21. Lowrie EG, Lew NL. Death risk in hemodialysis patients: the predictive value of commonly measured variables and an evaluation of death rate differences between facilities. *Am J Kidney Dis* 1990;15:458-82. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6386\(12\)70364-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6386(12)70364-5)
22. Chauveau P, Fouque D, Combe C, Laville M, Canaud B, Azar R, et al. Acidosis and nutritional status in hemodialyzed patients. French Study Group for Nutrition in Dialysis. *Semin Dial* 2000;13:241-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1525-139x.2000.00066.x>
23. Jenkins D, Burton PR, Bennett SE, Baker F, Walls J. The metabolic consequences of the correction of acidosis in uraemia. *Nephrol Dial Transplant* 1989;4:92-5. PMID: 2540459
24. Bergström J. Metabolic acidosis and nutrition in dialysis patients. *Blood Purif* 1995;13:361-7. PMID: 8821201 DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000170222>
25. Mitch WE. Uremic acidosis and protein metabolism. *Curr Opin Nephrol Hypertens* 1995;4:488-92. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00041552-199511000-00005>
26. Graham KA, Reaich D, Channon SM, Downie S, Goodship TH. Correction of acidosis in hemodialysis decreases whole-body protein degradation. *J Am Soc Nephrol* 1997;8:632-7.
27. Mitch WE. Insights into the abnormalities of chronic renal disease attributed to malnutrition. *J Am Soc Nephrol* 2002;13:S22-7.
28. Bommer J, Locatelli F, Satayathum S, Keen ML, Goodkin DA, Saito A, et al. Association of pre-dialysis serum bicarbonate levels with risk of mortality and hospitalization in the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Am J Kidney Dis* 2004;44:661-71. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6386\(04\)00936-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6386(04)00936-9)
29. Beddhu S, Papaas LM, Ramkumar N, Samore MH. Malnutrition and atherosclerosis in dialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2004;15:733-43. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/01.ASN.0000113319.57131.28>
30. Port FK, Ashby VB, Dhingra RK, Roys EC, Wolfe RA. Dialysis dose and body mass index are strongly associated with survival in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2002;13:1061-6.
31. Dwyer JT, Larive B, Leung J, Rocco MV, Greene T, Burrowes J, et al.; HEMO Study Group. Are nutritional status indicators associated with mortality in the Hemodialysis (HEMO) Study? *Kidney Int* 2005;68:1766-76.
32. Vannini FD, Antunes AA, Caramori JC, Martin LC, Barretti P. Associations between nutritional markers and inflammation in hemodialysis patients. *Int Urol Nephrol* 2009;41:1003-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11255-009-9563-8>
33. Fouque D, Vennegoor M, ter Wee P, Wanner C, Basci A, Canaud B, et al. EBPG guideline on nutrition. *Nephrol Dial Transplant* 2007;22:ii45-87. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ndt/gfm020>
34. World Health Organization. Technical Report Series, 854. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: WHO; 1995. p.375-409.
35. Dumler F, Falla P, Butler R, Wagner C, Francisco K. Impact of dialysis modality and acidosis on nutritional status. *ASAIO J* 1999;45:413-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00002480-199909000-00009>
36. Foley RN, Parfrey PS, Harnett JD, Kent GM, Murray DC, Barre PE. Hypoalbuminemia, cardiac morbidity, and mortality in end-stage renal disease. *J Am Soc Nephrol* 1996;7:728-36.
37. Movilli E, Mombelloni S, Gaggiotti M, Maiorca R. Effect of age on protein catabolic rate, morbidity, and mortality in uremic patients with adequate dialysis. *Nephrol Dial Transplant* 1993;8:735-9.
38. Ballmer PE, McNurlan MA, Hulter HN, Anderson SE, Garlick PJ, Krapf R. Chronic metabolic acidosis decrease synthesis and induced negative nitrogen balance in humans. *J Clin Invest* 1995;95:39-45. DOI: <http://dx.doi.org/10.1172/JCI117668>
39. Bailey JL, Wang X, England BK, Price SR, Ding X, Mitch WE. The acidosis of chronic renal failure activates muscle proteolysis in rats by augmenting transcription of genes encoding proteins of the ATP-dependent ubiquitin-proteasome pathway. *J Clin Invest* 1996;97:1447-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.1172/JCI118566>
40. Leavey SF, Strawderman RL, Young EW, Saran R, Roys E, Agodoa LY, et al. Cross-sectional and longitudinal predictors of serum albumin in hemodialysis patients. *Kidney Int* 2000;58:2119-28. PMID: 11044233 DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1755.2000.00385.x>
41. Soleymanian T, Ghods A. The deleterious effect of metabolic acidosis on nutritional status of hemodialysis patients. *Saudi J Kidney Dis Transpl* 2011;22:1149-54.
42. Moran J, Schmidt B, Blumenstein M, Gurland H. Reduction of urea generation rate by ameliorating acidosis in hemodialysis [abstract]. *Proc ERA-EDTA* 1993;150.
43. Uribarri J, Levin NW, Delmez J, Depner TA, Ornt D, Owen W, et al. Association of acidosis and nutritional parameters in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 1999;34:493-9. PMID: 10469860 DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6386\(99\)70077-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6386(99)70077-6)
44. Gao H, Lew SQ, Bosch JP. Moderate metabolic acidosis and its effects on serum parameters in hemodialysis patients. *Nephron* 2000;86:135-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000045731>
45. Brady JP, Hasbargen JA. Correction of metabolic acidosis and its effect on albumin in chronic hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 1998;31:35-40. DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/ajkd.1998.v31.pm9428449>
46. Lu KC, Shieh SD, Li BL, Chu P, Jan SY, Lin YF. Rapid correction of metabolic acidosis in chronic renal failure: effect on parathyroid hormone activity. *Nephron* 1994;67:419-24. PMID: 7969674 DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000188015>

47. Movilli E, Zani R, Carli O, Sangalli L, Pola A, Camerini C, et al. Direct effect of the correction of acidosis on plasma parathyroid hormone concentrations, calcium and phosphate in hemodialysis patients: a prospective study. *Nephron* 2001;87:257-62. PMID: 11287761 DOI: <http://dx.doi.org/10.1159/000045923>
48. Bales AM, Moysés RM, dos Reis LM, Graciolli FG, Hung J, Martins Castro MC, et al. Correction of metabolic acidosis in hemodialysis: consequences on serum leptin and mineral metabolism. *Int Urol Nephrol* 2015;47:177-82. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11255-014-0844-5>
49. Toigo G, Aparicio M, Attman PO, Cano N, Cianciaruso B, Engel B, et al. Expert Working Group report on nutrition in adult patients with renal insufficiency (part 1 of 2). *Clin Nutr* 2000;19:197-207. DOI: <http://dx.doi.org/10.1054/clnu.1999.0130>
50. Marcelli D, Grassmann A, Bayh I, Scatizzi L, Marelli C, Etter M, et al. Association of changes in lean and fat mass and patient clinical and laboratory parameters. *Nephrol Dial Transplant* 2013;28:i490-i491.
51. Rosenberger J, Kissova V, Majernikova M, Straussova Z, Boldizar J. Body composition monitor assessing malnutrition in the hemodialysis population independently predicts mortality. *J Ren Nutr* 2014;24:172-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/j.jrn.2014.01.002>
52. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC No 154 de 25 de junho de 2004 [Acesso 29 Mar 2015]. Disponível em: http://www.samu.fortaleza.ce.gov.br/legislacao/Dialise_ANVISA_RDC_154.pdf
53. John Gennari F. Very low and high predialysis serum bicarbonate levels are risk factors for mortality: what are the Appropriate Interventions? *Semin Dial* 2010;23:253-7.
54. Dobre M, Yang W, Chen J, Drawz P, Hamm LL, Horwitz E, et al.; CRIC Investigators. Association of serum bicarbonate with risk of renal and cardiovascular outcomes in CKD: a report from the Chronic Renal Insufficiency Cohort (CRIC) study. *Am J Kidney Dis* 2013;62:670-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/j.ajkd.2013.01.017>