

# Urolitíase e gastrectomia vertical: uma avaliação prospectiva das variáveis bioquímicas urinárias

## *Urolithiasis and sleeve gastrectomy: a prospective assessment of urinary biochemical variables*

DENIS WAKED BRITO<sup>1</sup>; FERNANDO SANTA-CRUZ<sup>2</sup> ; MARIA AMÉLIA R AQUINO<sup>2</sup>; WAGNER A NASCIMENTO<sup>3</sup>; ÁLVARO ANTONIO B. FERRAZ, TCBC-PE<sup>3</sup>; FLÁVIO KREIMER, TCBC-PE<sup>3</sup>.

### R E S U M O

**Introdução:** avaliar as alterações bioquímicas urinárias relacionadas aos processos de litíase urinária após gastrectomia vertical (GV). **Método:** estudo prospectivo, com 32 indivíduos submetidos a GV, sem diagnóstico prévio de urolitíase. Foi coletada urina de 24 horas, sete dias antes da operação e no retorno de 6 meses. As variáveis estudadas foram volume de urina, pH urinário, oxalato, cálcio, citrato e super saturação de oxalato e cálcio (SS CaOx). **Resultados:** os pacientes foram em sua maioria mulheres (81,2%), com idade média de 40,6 anos. O IMC médio pré e pós-operatório foi  $47,1 \pm 8,3$  Kg/m<sup>2</sup> e  $35,5 \pm 6,1$  Kg/m<sup>2</sup>, respectivamente ( $p < 0,001$ ). O volume de urina foi significativamente baixo na avaliação pós-operatória em valores absolutos ( $2.242,50 \pm 798,26$  mL versus  $1.240,94 \pm 352,39$  mL,  $p < 0,001$ ) e ajustado ao peso corporal ( $18,58 \pm 6,92$  mL/kg versus  $13,92 \pm 4,65$  mL/kg,  $p < 0,001$ ). A SS CaOx aumentou significativamente após a GV ( $0,11 \pm 0,10$  versus  $0,24 \pm 0,18$ ,  $p < 0,001$ ). Além disso, os níveis de ácido úrico apresentaram-se significativamente baixos na avaliação pós-operatória ( $482,34 \pm 195,80$  mg versus  $434,75 \pm 158,38$  mg,  $p = 0,027$ ). PH urinário, oxalato, cálcio, citrato e magnésio não apresentaram variações significativas entre os períodos pré e pós-operatório. **Conclusão:** a GV pode levar a alterações importantes no perfil urinário. Entretanto, essas ocorrem de forma muito mais leve que na derivação gástrica em Y de Roux.

**Palavras chave:** Cirurgia Bariátrica. Gastrectomia Vertical. Química da Urina. Litíase Urinária. Cálculos Renais.

### INTRODUÇÃO

A associação entre obesidade e risco de litíase urinária tem sido amplamente relatada. Os mecanismos subjacentes a essa relação são multifatoriais<sup>1,2</sup>. Estudos da bioquímica urinária de pacientes com obesidade têm mostrado alterações que predisõem à formação de cálculos urinários, incluindo hipercalciúria, hipocitratúria, hiperoxalúria, hiperuricosúria e pH ácido<sup>3</sup>.

Ironicamente, pacientes submetidos ao tratamento cirúrgico para obesidade, especificamente a procedimentos com componente disabsorptivo, também têm risco aumentado de litíase urinária<sup>4</sup>. Essa situação ocorre principalmente devido à hiperoxalúria, hipocitratúria e redução do volume de urina, o que leva ao aumento da super saturação de oxalato de cálcio (SS CaOx), facilitando o processo de precipitação<sup>4-6</sup>.

A maioria dos artigos publicados sobre a relação entre cirurgia bariátrica e litíase urinária analisou pacientes submetidos ao bypass gástrico em Y de Roux

(BGYR), procedimento com componente disabsorptivo responsável por todas as alterações bioquímicas urinárias mencionadas, o que aumenta o risco de cálculos urinários após a cirurgia<sup>4,7</sup>. No entanto, faltam dados na literatura sobre a litíase urinária em pacientes submetidos a procedimentos não disabsorptivos, especialmente gastrectomia vertical (GV). Alguns estudos prospectivos foram publicados e os resultados são por vezes conflitantes<sup>5,7</sup>.

Assim, este estudo tem como objetivo avaliar prospectivamente alterações bioquímicas urinárias relacionadas aos processos de litogênese urinária após a GV e determinar se esse procedimento aumenta ou não o risco de formação de cálculos urinários.

### MÉTODO

#### Desenho do estudo

Recrutamos pacientes submetidos a GV

1 - Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (HCI/UFPE), Urology Department - Recife - PE - Brasil 2 - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Medical course - Recife - PE - Brasil 3 - Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (HCI/UFPE), Department of General Surgery - Recife - PE - Brasil

laparoscópica em nossa Instituição entre julho de 2018 e dezembro de 2019. Foram incluídos pacientes de ambos os sexos, com idade entre 18 e 65 anos, com indicação formal para cirurgia bariátrica (IMC entre 30 e 34,9kg/m<sup>2</sup> associado a uma comorbidade grave, IMC entre 35 e 40kg/m<sup>2</sup> associado a qualquer comorbidade, ou IMC > 40kg/m<sup>2</sup> independente de comorbidades). Foram excluídos do estudo pacientes com diagnóstico prévio de litíase urinária (independente do tratamento), taxa de filtração glomerular pré-operatória <60mL/min/1,73m<sup>2</sup> (calculados usando a equação MDRD)<sup>8</sup> e uso de medicamentos que interferem no metabolismo urinário (diuréticos, probenecide, inibidores de enzimas conversadoras de angiotensina e bloqueadores de receptores de angiotensina II). Também foram excluídos pacientes com coleta de urina inadequada (veja "Procedimentos técnicos" abaixo).

### Procedimentos técnicos

Todos os pacientes incluídos foram submetidos a ultrassonografia abdominal como método de triagem para o diagnóstico de litíase urinária. Os pacientes que não apresentaram urolitíase à ultrassonografia foram avaliados por meio de teste de coleta de urina de 24h em dois momentos diferentes: sete dias antes da operação e no seguimento pós-operatório de 6 meses. Ao coletarem a urina de 24h para testes, os pacientes foram instruídos a descartarem a primeira amostra pela manhã e coletarem todas as amostras subsequentes, incluindo a primeira amostra na manhã seguinte. As amostras de urina foram armazenadas em refrigerador (2-8°C) antes de enviá-las ao laboratório para análise. Isso ocorreu, em todos os casos, logo após a coleta da última amostra.

Para estimar a confiabilidade das amostras coletadas, foi medida a creatinina urinária de 24h. A excreção normal de creatinina urinária de 24h é de 955-2.936 mg (ou 13-29mg/kg) para homens e 601-1.689 mg (ou 9-26mg/kg) para mulheres<sup>9</sup>. Níveis de creatinina urinária em amostra de 24h abaixo dessas faixas significam coleta de urina inadequada e, portanto, causavam a exclusão da amostra.

O mesmo laboratório analisou todas as amostras. As variáveis quantitativas foram volume de

urina de 24h, volume de urina de 24h ajustado ao peso corporal, pH urinário e níveis urinários de 24h de oxalato, cálcio, citrato, magnésio, ácido úrico e super saturação de oxalato de cálcio, calculado pelo índice Tiselius<sup>10</sup>.

### Análise estatística

Como parte da análise de dados, banco de dados foi criado usando-se o Microsoft Excel. Este foi, em seguida, exportado para a programa SPSS 13.0, com o qual a análise foi realizada. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado para avaliar a normalidade das variáveis quantitativas. Para análise de amostras pareadas, o teste T de Student foi utilizado em variáveis com distribuição normal. Quando a hipótese de normalidade da distribuição foi refutada, o teste de Wilcoxon foi aplicado. Todas as conclusões consideram nível de significância de 95%.

## RESULTADOS

Dos 51 candidatos à GV durante o período de estudo, 41 preencheram os critérios do estudo. Desses 41 pacientes, foram excluídos sete pacientes da análise por ausência de acompanhamento e dois por complicações pós-operatórias graves (fístula gastro-pleural), que precisavam de novas intervenções. Portanto, 32 pacientes concluíram as avaliações pré e pós-operatórias com coleta de urina de 24h, que foram incluídos na análise final. A amostra foi de 26 (81,2%) mulheres e seis (18,8%) homens, com idade média de 40,6 ± 9,8 anos. A cor da pele autodeclarada dos participantes foi predominantemente branca (75%), seguida pela parda (22%) e preta (3%). O IMC pré-operatório médio foi de 47,1 ± 8,3Kg/m<sup>2</sup> e o pós-operatório, 35,5 ± 6,1Kg/m<sup>2</sup> (p<0,001). Aproximadamente 21,8% da amostra apresentava Diabetes Mellitus tipo 2 no pré-operatório e 46,8% apresentaram hipertensão.

A Tabela 1 apresenta os valores das variáveis bioquímicas urinárias nos períodos pré e pós-operatórios da GV. Os níveis de creatinina urinária atestaram a confiabilidade das amostras estudadas. Embora apresentando tendência de variação em alguns casos, não houve alteração estatisticamente significativa nos valores de pH urinário, oxalato, cálcio, citrato e

magnésio. O volume de urina foi significativamente baixo na avaliação pós-operatória em valores absolutos ( $2.242,50 \pm 798,26$  mL versus  $1.240,94 \pm 352,39$  mL,  $p < 0,001$ ) e quando ajustado pelo peso corporal ( $18,58 \pm 6,92$  mL/kg versus  $13,92 \pm 4,65$  mL/kg,  $p < 0,001$ ). A SS

CaOx aumentou significativamente após a GV ( $0,11 \pm 0,10$  versus  $0,24 \pm 0,18$ ,  $p < 0,001$ ). Além disso, os níveis de ácido úrico apresentaram-se significativamente baixos na avaliação pós-operatória ( $482,34 \pm 195,80$  mg versus  $434,75 \pm 158,38$  mg,  $p = 0,027$ ).

**Tabela 1.** Variáveis bioquímicas na urina de 24h.

Variável	Pré Média ± DP	Pós Média ± DP	p-valor
Creatinina (mg)	1.302,61 ± 498,37	1.299,53 ± 320,91	0,953*
pH	5,86 ± 0,60	6,02 ± 0,52	0,229**
Volume (mL)	2.242,50 ± 798,26	1.240,94 ± 352,39	< 0,001*
Volume/peso corporal (mL/kg)	18,58 ± 6,92	13,92 ± 4,65	< 0,001*
SS CaOx #	0,11 ± 0,10	0,24 ± 0,18	< 0,001*
Oxalato (mg)	7,23 ± 4,00	8,32 ± 2,94	0,140*
Cálcio (mg)	84,53 ± 62,69	82,03 ± 49,57	0,505*
Citrato (mg)	366,59 ± 282,74	368,66 ± 253,97	0,849*
Magnésio (mg)	51,25 ± 26,35	52,34 ± 20,68	0,708*
Ácido úrico (mg)	482,34 ± 195,80	434,75 ± 158,38	0,027*

Pré - Pré-operatório; Pós - Pós-operatório; SS CaOx - super saturação de oxalato de cálcio; (\*) Teste t de Student; (\*\*) Teste de Wilcoxon; (#) Índice de Tiselius:  $AP(\text{CaOx}) = 1,9 \times \text{Cálcio}^{0,84} \times \text{Oxalato} \times \text{Citrato}^{-0,22} \times \text{Magnésio}^{-0,12} \times \text{Volume}^{-1,03}$ .

## DISCUSSÃO

A urolitíase em pacientes submetidos à cirurgia bariátrica geralmente ocorre de um a dois anos após o procedimento. O intervalo médio é de 1,5 a 3,6 anos entre cirurgia e diagnóstico<sup>11-14</sup>. No entanto, alterações metabólicas urinárias podem ser identificadas mais cedo, precisamente entre os 2º e 6º meses pós-operatórios, como Agrawal *et al.* relataram<sup>4</sup>. Em nosso estudo, foram coletadas amostras de urina de 24h, e essas foram analisadas seis meses após a GV. Observamos certas características que podem contribuir para a formação de cálculos urinários, como importante redução no volume de urina (tanto em absoluto quanto ajustado ao peso corporal) e aumento da SS CaOx.

Estudos que analisaram pacientes submetidos a procedimentos disabsortivos estabeleceram correlação entre a cirurgia e a ocorrência de alterações metabólicas urinárias litogênicas<sup>15,16</sup>. Espino-Grosso e Canales mostraram, em revisão recente, que os pacientes submetidos a BGYR geralmente apresentam níveis mais elevados de oxalato urinário, aumento da SS CaOx, menor volume de urina e hipocitraturia. Esses fatores

causam aumento do risco de urolitíase<sup>7</sup>. Além disso, os autores observaram que, aparentemente, cirurgias bariátricas puramente restritivas não aumentam o risco de formação de cálculos urinários, apesar de levarem a redução no volume de urina de 24h, que é um fator de risco potencial para essa condição.

Em relação aos procedimentos bariátricos não disabsortivos, a literatura relata resultados escassos e conflitantes. Alguns autores levantaram a hipótese de que esses procedimentos também poderiam aumentar o risco de urolitíase, devido à redução do volume de urina<sup>17</sup>. Outros apontaram outra direção, sugerindo que esses procedimentos não aumentariam o risco de formação de cálculos, já que não levam à hiperoxalúria, que é consequência de operações disabsortivas<sup>18</sup>. Chen *et al.* verificaram, em estudo retrospectivo com 85 pacientes acompanhados por 26,8 meses após GV, que a incidência de urolitíase nesses pacientes era muito baixa: apenas 5,25 por 1,000 pessoas/ano<sup>19</sup>. No entanto, não estudaram o perfil bioquímico urinário de das amostras.

No presente estudo, observamos redução significativa no volume total de urina após a GV ( $2.242,5$  mL/24h versus  $1.240,94$  mL/24h,  $p < 0,001$ ). Como a

considerável perda de peso pós-operatória poderia ter sido responsável por essa redução do volume urinário, também analisamos essa variável ajustando-a ao peso corporal. Também encontramos diminuição significativa após a cirurgia (18,58 versus 13,92,  $p < 0,001$ ). Esses achados estão de acordo com relatos anteriores. Esses podem ser justificados pela redução da ingestão de água, saciedade precoce e esvaziamento gástrico mais rápido observado após operações com componente restritivo<sup>5-7,11,18</sup>.

A SS CaOx é uma das variáveis mais importantes para determinar o risco de precipitação de CaOx na urina<sup>20</sup>. O aumento da SS CaOx foi amplamente relatado após procedimentos disabsortivos. Esse é secundário ao aumento dos níveis de oxalato e diminuição dos níveis de citrato na urina após a cirurgia<sup>21</sup>. Em nossa amostra, observamos aumento significativo nos valores de SS CaOx (0,11 versus 0,24,  $p < 0,005$ ). Porém, isto ocorreu com a GV, um procedimento não disabsortivo. Além desse aumento, os valores de SS CaOx de todos os pacientes incluídos permaneceram abaixo do limiar de precipitação ( $< 2$ ), tanto nas avaliações pré quanto pós-operatórias. Devido à natureza não disabsortiva da GV, temos a hipótese de que esse aumento na SS CaOx pode ser secundário apenas à diminuição do volume de urina, o que observamos.

Além disso, encontramos ligeiro aumento nos níveis de oxalato após a GV. Todavia, não houve significância estatística (7,23mg/24h versus 8,32mg/24h). Isso já era esperado, uma vez que a hiperossalúria é característica comum em pacientes submetidos a cirurgia bariátrica disabsortiva<sup>6,7,22</sup>. O mecanismo relacionado à cirurgia disabsortiva que leva à hiperossalúria é a ligação do cálcio no intestino por ácidos graxos não absorvidos, impedindo a formação de oxalato de cálcio intestinal, o que facilita a absorção do oxalato não ligado<sup>23,24</sup>.

Além disso, a obesidade está associada à hiperossalúria. Os níveis urinários de cálcio geralmente diminuem após procedimentos disabsortivos devido à diminuição da absorção intestinal deste íon<sup>11</sup>. Durant *et al.* estudaram os efeitos da cirurgia bariátrica no metabolismo de cálcio e tireoide e encontraram ligeiro aumento na excreção urinária de cálcio em grupos submetidos a BGYR e GV, sem significância estatística entre esses<sup>25</sup>. Além disso, não houve relatos de

alterações na calciúria após a GV<sup>22</sup>. Nossos resultados reforçam esse achado, uma vez que não houve diferença estatisticamente significativa entre os níveis de cálcio nos períodos pré e pós-operatório da GV.

Também analisamos os níveis de citrato e magnésio na urina, uma vez que ambos são importantes inibidores da litogênese urinária, agindo especialmente contra a formação de cristais de cálcio<sup>26,27</sup>. Apesar de apresentarem níveis ligeiramente mais elevados no pós-operatório (sem significância estatística), tanto citrato (366,59mg/24h) quanto magnésio (51,25mg/24h) ficaram abaixo dos níveis ideais (640mg/24h e 70-120mg/24h, respectivamente) antes e depois da GV. Isto poderia favorecer o processo de formação de cálculos, visto que não houve redução dos níveis de cálcio em nossa amostra. Nossos achados são semelhantes aos de Semins *et al.*, que estudaram pequeno grupo de pacientes submetidos a procedimentos restritivos (banda gástrica ou GV), não tendo encontrado alterações significativas no citrato ou no magnésio no pós-operatório<sup>22</sup>. Por outro lado, o BGYR, assim como outros procedimentos disabsortivos, contribuem para redução significativa das citratúria e magnesiúria, embora causem níveis reduzidos de cálcio na urina, o que pode equilibrar os processos de inibição versus formação de cristais<sup>6,7,11</sup>.

O pH urinário baixo é característica comum em pacientes com obesidade. Usualmente, é atribuído à resistência à insulina<sup>28</sup>. A urina ácida leva a altas concentrações de ácido úrico insolúvel e, conseqüentemente, formação de cálculos<sup>29,30</sup>. Além disso, estudos relataram que pacientes submetidos a cirurgia bariátrica, especificamente ao BGYR, poderiam apresentar pH urinário persistentemente baixo<sup>31,32</sup>. Por outro lado, nossos resultados mostram que não houve alterações significativas no pH urinário após a GV, e que os níveis permaneceram dentro da faixa normal (5,5 - 6,5) durante todo o período de estudo.

Por fim, observamos que, nos períodos pré e pós-operatório, os níveis de ácido úrico urinários permaneceram dentro da faixa normal (250-750mg/24h). Entretanto, houve redução estatisticamente significativa desses níveis (482,34 versus 434,75mg,  $p = 0,027$ ) no pós-operatório. Esses achados diferem dos de Valezi *et al.*, que observaram hiperuricosúria e diminuição do pH urinário em pacientes submetidos ao BGYR<sup>31</sup>. Nossos

resultados podem ser explicados apenas pela perda significativa de peso. Contudo, o impacto real da cirurgia bariátrica no metabolismo do ácido úrico ainda não está completamente elucidado, seja no BGYR ou na GV<sup>32</sup>.

As principais limitações do presente estudo são o tamanho da amostra e o período de seguimento relativamente curto. Acompanhamento mais longo poderia fornecer dados clínicos sobre o desenvolvimento ou não de cálculos urinários após a GV. Por outro lado, a ampliação do período de estudo pode levar à perda de seguimento, um problema comum em estudos prospectivos, que reduziu ainda mais nossa amostra. No entanto, existem alguns pontos fortes que merecem atenção, especialmente a seleção de pacientes bem desenhada, excluindo indivíduos que já apresentaram sinais de urolitíase no período pré-operatório. O risco de viés de seleção é, portanto, baixo.

## CONCLUSÕES

Nossos resultados mostram aumento significativo na SS CaOx, apesar de dentro da faixa normal, e importante redução no volume de urina. No entanto, os níveis urinários de ácido úrico diminuíram significativamente após a GV, o que poderia ser fator protetor contra a formação de cálculos de ácido úrico nesses pacientes. Não houve alterações significativas no pH, oxalato, cálcio, citrato ou magnésio urinários, que podem variar após procedimentos disabsortivos. Portanto, concluímos que a GV pode levar a alterações importantes no perfil urinário. Todavia, isto ocorreria de forma mais leve do que no BGYR. Ensaios controlados randomizados, com períodos de seguimento mais longos, são necessários para que se determine o impacto real da GV nos processos de formação de cálculos nos rins.

## ABSTRACT

**Introduction:** to evaluate urinary biochemical alterations related to urolithogenesis processes after sleeve gastrectomy (SG). **Materials and methods:** prospective study with 32 individuals without previous diagnosis of urolithiasis who underwent SG. A 24-h urine test was collected seven days prior to surgery and at 6-month follow-up. The studied variables were urine volume, urinary pH, oxalate, calcium, citrate, and magnesium and calcium oxalate super saturation (CaOx SS). **Results:** patients were mainly women (81.2%), with mean age of 40.6 years. Mean pre- and postoperative BMI were  $47.1 \pm 8.3$  Kg/m<sup>2</sup> and  $35.5 \pm 6.1$  Kg/m<sup>2</sup>, respectively ( $p < 0.001$ ). Urine volume was significantly lower at the postoperative evaluation in absolute values ( $2,242.50 \pm 798.26$  mL x  $1,240.94 \pm 352.39$  mL,  $p < 0.001$ ) and adjusted to body weight ( $18.58 \pm 6.92$  mL/kg x  $13.92 \pm 4.65$  mL/kg,  $p < 0.001$ ). CaOx SS increased significantly after SG ( $0.11 \pm 0.10$  x  $0.24 \pm 0.18$ ,  $p < 0.001$ ). Moreover, uric acid levels were significantly lower at the postoperative evaluation ( $482.34 \pm 195.80$  mg x  $434.75 \pm 158.38$  mg,  $p = 0.027$ ). Urinary pH, oxalate, calcium, citrate, and magnesium did not present significant variations between the pre- and postoperative periods. **Conclusion:** SG may lead to important alterations in the urinary profile. However, it occurs in a much milder way than that of RYGB.

**Keywords:** Bariatric Surgery. Sleeve Gastrectomy. Urine Chemistry. Urinary Lithiasis. Renal Stones.

## REFERÊNCIAS

1. Taylor EN, Stampfer MJ, Curhan GC. Obesity, weight gain, and the risk of kidney stones. *JAMA*. 2005;293(4):455-62.
2. Semins MJ, Matlaga BR, Shore AD, Steele K, Magnuson T, Johns R, et al. The Effect of Gastric Banding on Kidney Stone Disease. *Urology*. 2009;74(4):746-9.
3. Lee SC, Kim YJ, Kim TH, Yun SJ, Lee NK, Kim WJ. Impact of obesity in patients with urolithiasis and its prognostic usefulness in stone recurrence. *J Urol*. 2008;179(2):570-4.
4. Agrawal V, Liu XJ, Campfield T, Romanelli J, Enrique Silva J, Braden GL. Calcium oxalate supersaturation increases early after Roux-en-Y gastric bypass. *Surg Obes Relat Dis*. 2014;10(1):88-94.
5. Santos MVR, Ferreira GEC, Oliveira ECP, Kreimer F, Campos JM, Ferraz AAB. Metabolic and endocrinological factors related to nephrolithiasis pre and post multiple techniques of bariatric surgery: a systematic review. *Arq Bras Cir Dig*.



- 2014;27(1):69-72.
6. Canales BK, Hatch M. Kidney stone incidence and metabolic urinary changes after modern bariatric surgery: Review of clinical studies, experimental models, and prevention strategies. *Surg Obes Relat Dis.* 2014;10(4):734-42.
  7. Espino-Grosso PM, Canales BK. Kidney Stones After Bariatric Surgery: Risk Assessment and Mitigation. *Bariatr Surg Pract Patient Care.* 2017;12(1):3-9.
  8. The Modification of Diet in Renal Disease Study: design, methods, and results from the feasibility study. *Am J Kidney Dis.* 1992;20(1):18-33
  9. Leslie S, Sajjad H, Bashir K. 24-Hour Urine Testing for Nephrolithiasis Interpretation. In: *StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 Oct 7.*
  10. Tiselius HG, Sandvall K. How are urine composition and stone disease affected by therapeutic measures at an outpatient stone clinic? *Eur Urol.* 1990;17(3):206-12.
  11. Bhatti UH, Duffy AJ, Roberts KE, Shariff AH. Nephrolithiasis after bariatric surgery: A review of pathophysiologic mechanisms and procedural risk. *Int J Surg.* 2016;36(Pt D):618-23.
  12. Durrani O, Morrisroe S, Jackman S, Averch T. Analysis of stone disease in morbidly obese patients undergoing gastric bypass surgery. *J Endourol.* 2006;20(10):749-52.
  13. Sinha MK, Collazo-Clavell ML, Rule A, Milliner DS, Nelson W, Sarr MG, et al. Hyperoxaluric nephrolithiasis is a complication of Roux-en-Y gastric bypass surgery. *Kidney Int.* 2007;72(1):100-7.
  14. Asplin JR, Coe FL. Hyperoxaluria in Kidney Stone Formers Treated With Modern Bariatric Surgery. *J Urol.* 2007;177(2):565-9.
  15. Lieske JC, Mehta RA, Milliner DS, Rule AD, Bergstralh EJ, Sarr MG. Kidney stones are common after bariatric surgery. *Kidney Int* 2015;87(4):839-45.
  16. Wu JN, Craig J, Chamie K, Asplin J, Ali MR, Low RK. Urolithiasis risk factors in the bariatric population undergoing gastric bypass surgery. *Surg Obes Relat Dis.* 2013;9(1):83-7.
  17. Cartledge J, Biyani CS, Gkentzis A, Kimuli M, Traxer O. Urolithiasis in inflammatory bowel disease and bariatric surgery. *World J Nephrol.* 2016;5(6):538.
  18. Vijayvargiya P, Anthanont P, Erickson SB, Thongprayoon C, Cheungpasitporn W. The risk of kidney stones following bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *Ren Fail.* 2016;38(3):424-30.
  19. Chen T, Godebu E, Horgan S, Mirheydar HS, Sur RL. The effect of restrictive bariatric surgery on urolithiasis. *J Endourol.* 2013;27(2):242-4.
  20. Robertson WG. Do "inhibitors of crystallisation" play any role in the prevention of kidney stones? A critique. *Urolithiasis.* 2017;45(1):43-56.
  21. Upala S, Jaruvongvanich V, Sanguankeo A. Risk of nephrolithiasis, hyperoxaluria, and calcium oxalate supersaturation increased after Roux-en-Y gastric bypass surgery: a systematic review and meta-analysis. *Surg Obes Relat Dis.* 2016;12(8):1513-21.
  22. Semins MJ, Asplin JR, Steele K, Assimios DG, Lingeman JE, Donahue S, et al. The effect of restrictive bariatric surgery on urinary stone risk factors. *Urology.* 2010;76(4):826-9.
  23. Kwenda EP, Rabley AK, Canales BK. Lessons from rodent gastric bypass model of enteric hyperoxaluria. *Curr Opin Nephrol Hypertens.* 2020;29(4):400-6.
  24. Kumar R, Lieske JC, Collazo-Clavell ML, Sarr MG, Olson ER, Vrtiska TJ, et al. Fat malabsorption and increased intestinal oxalate absorption are common after Roux- en-Y gastric bypass surgery. *Surgery.* 2011;149(5):654-61.
  25. Duran İD, Gülçelik NE, Bulut B, Balcı Z, Berker D, Güler S. Differences in Calcium Metabolism and Thyroid Physiology After Sleeve Gastrectomy and Roux-En-Y Gastric Bypass. *Obes Surg.* 2019;29(2):705-12.
  26. Nicar MJ, Hill K, Pak CYC. Inhibition by citrate of spontaneous precipitation of calcium oxalate in vitro. *J Bone Miner Res.* 1987;2(3):215-20.
  27. Vormann J. Magnesium and Kidney Health - More on the "Forgotten Electrolyte." *Am J Nephrol.* 2016;44(5):379-80.
  28. Maalouf NM, Cameron MA, Moe OW, Adams-Huet B, Sakhaee K. Low urine pH: a novel feature of the metabolic syndrome. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2007;2(5):883-8.
  29. Abate N, Chandalia M, Cabo-Chan AV Jr, Moe

- OW, Sakhaee K. The metabolic syndrome and uric acid nephrolithiasis: novel features of renal manifestation of insulin resistance. *Kidney Int.* 2004;65(2):386-92.
30. Sohgaura A, Bigoniya P. A Review on Epidemiology and Etiology of Renal Stone. *Am J Drug Discov Dev.* 2017;7(2):54-62.
31. Valezi AC, Fuganti PE, Junior JM, Delfino VD. Urinary evaluation after RYGBP: a lithogenic profile with early postoperative increase in the incidence of urolithiasis. *Obes Surg.* 2013;23(10):1575-80.
32. Tarplin S, Ganesan V, Monga M. Stone formation and management after bariatric surgery. *Nat Rev Urol.* 2015;12(5):263-70.

Recebido em: 24/08/2020

Aceito para publicação em: 28/10/2020

Conflito de interesses: não.

Fonte de financiamento: não.

**Endereço para correspondência:**

Fernando Santa-Cruz

E-mail: f.santacruzoliveira@gmail.com

