

Suplementação aguda de citrato de sódio não maximiza desempenho de força

Sodium citrate supplementation does not enhance strength performance

CUNHA, V. C. R; AOKI, M. S; MOREIRA, A; LODO, L; MESQUITA, H; CAPITANI, C. D. Suplementação aguda de citrato de sódio não maximiza desempenho de força. **R. bras. Ci. e Mov** 2015;23(4): 115-120.

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da suplementação aguda de citrato de sódio (citrato-Na) sobre o desempenho de repetições máximas (RMs) em exercícios de força. Quatorze jovens saudáveis, fisicamente ativos, foram divididos em duas condições experimentais (placebo [PLA] ou citrato-Na [0,5g.kg⁻¹]), seguindo o delineamento duplo-cego. O teste de RMs foi realizado em 2 momentos (pré e pós suplementação – 120 minutos), utilizando 2 exercícios: supino e agachamento. A concentração de lactato sanguíneo foi determinada antes e após cada teste de RMs. O número de RMs não foi diferente entre as condições experimentais (citrato-Na e PLA; $p>0,05$), tanto para primeiro quanto para segundo teste de RMs. Houve aumento similar na concentração de lactato, após a primeira série de cada exercício (pré-suplementação), para ambos as condições (citrato-Na e PLA; $p<0,05$). Após o protocolo de suplementação, a concentração de lactato também apresentou aumento em ambas as condições ($p<0,05$), com maior magnitude para a condição citrato-Na ($p<0,05$). Estes achados sugerem que a suplementação aguda de citrato-Na não exerceu efeito ergogênico sobre o desempenho de força, mais especificamente, em relação ao número de RMs.

Palavras-chaves: pH, Acidose, Fadiga, Exercício de Força.

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the effect of acute sodium citrate supplementation (citrate-Na) on the maximum repetitions (RMs) performance in strength exercises. Fourteen healthy young, physically active, were divided into two experimental conditions (placebo [PLA] or citrate-Na [0,5g.kg⁻¹]), following a double-blind design. The RMs test was conducted in two moments (pre and post supplementation - 120 minutes) using 2 exercises: bench press and squat. The blood lactate concentration was determined before and after each RMs test. The number of RMs did not differ between the experimental conditions (citrate-Na and PLA; $p>0.05$) for both first and for the second tests. There was a similar increase in lactate concentration after the first set of each exercise (pre-supplementation), for both conditions (and PLA-Na citrate; $p<0.05$). After supplementation protocol, the lactate concentration also increased in both the conditions ($p<0.05$) with a greater magnitude for citrate-Na condition ($p<0.05$). These findings suggest that acute citrate-Na supplementation did not exert an ergogenic effect on strength performance, more specifically, related to the number of RMs.

Key Words: pH, Acidosis, Fatigue, Resistance Exercise.

Vivian Costa Resende Cunha¹
Marcelo Saldanha Aoki²
Alexandre Moreira³
Leandro Lodo³
Hélio Mesquita²
Caroline Dário Capitani¹

¹Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas

²Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo

³Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo

Recebido: 06/08/2014
Aceito: 02/09/2015

Contato: Vivian Costa Resende Cunha - vivianrcunha@hotmail.com

Introdução

A fadiga induzida pelo exercício pode ser definida como a incapacidade de manter a produção de força, causando a redução do desempenho físico¹. Em exercícios com predominância do metabolismo anaeróbio, ocorre o recrutamento das fibras musculares de contração rápida, resultando na maior utilização dos estoques de ATP-CP e glicogênio muscular. A utilização desses substratos energéticos resultam no acúmulo de alguns metabólitos como ADP, P_i e íon H⁺ intracelular².

O acúmulo de íons H⁺ e a consequente diminuição do pH sanguíneo representam forte correlação na redução de força e potência muscular, uma vez que o pH diminuído inibe a atividade da enzima fosfofrutoquinase (PFK) envolvida na via glicolítica^{2,3}. O aumento da concentração de P_i na célula muscular também é, fortemente, associado ao processo de fadiga, uma vez que prejudica a ligação entre a actina e miosina^{2,3}.

Com o intuito de retardar a fadiga gerada pelo acúmulo de íons H⁺, algumas substâncias ergogênicas com atividade tamponante como o bicarbonato de sódio e o citrato de sódio (citrato-Na) vêm sendo estudadas nas últimas décadas³⁻⁹. O consumo dessas substâncias propicia o aumento da concentração de HCO₃⁻ extracelular, promovendo o efluxo de íons H⁺ e lactato do meio intracelular, reduzindo o impacto negativo do acúmulo intracelular de íons H⁺ sobre o desempenho físico¹⁰.

Recentemente Carr *et al.*³ avaliaram o efeito da suplementação de bicarbonato de sódio (0,3g.kg⁻¹ de peso) sobre o desempenho em exercícios de força em protocolo de múltiplos exercícios (agachamento, *leg press* e extensão de joelho). A administração de bicarbonato de sódio promoveu maior número de repetições nos exercícios de força (bicarbonato de sódio: 139,8 ± 13,2 vs. Placebo: 134,4 ± 13,5) e maior concentração de lactato (bicarbonato de sódio: 17,92 ± 2,08 mM vs. placebo: 15,5 ± 2,5 mM)³.

Embora o bicarbonato de sódio apresente efeitos ergogênicos satisfatórios, sua aplicação em ambiente competitivo é limitada, pois essa estratégia nutricional está associada ao aparecimento de desconforto

gastrointestinal¹⁰. Assim, como alternativa, emerge o citrato-Na, outra substância tamponante¹¹ com efeitos adversos mais brandos que o bicarbonato de sódio¹⁰. Os mecanismos pelos quais o citrato-Na promove aumento do HCO₃⁻ ainda precisam ser melhores elucidados. Porém, acredita-se que a ingestão de citrato-Na induza aumento da concentração de ânion citrato no plasma, modificando o equilíbrio elétrico entre ânions e cátions. Assim, para restabelecer a neutralidade elétrica ocorre diminuição da concentração de H⁺ plasmático e aumento da concentração de HCO₃⁻, promovendo dessa forma o estado alcalino¹².

Estudos com a suplementação de citrato-Na têm demonstrado efeito positivo sobre o desempenho dos atletas em diferentes modalidades. McNaughton⁵ avaliou o desempenho em 120 segundos de ciclo ergômetro, após a ingestão de citrato-Na (0,5g.kg⁻¹ de peso) e verificou aumento da potência dos indivíduos suplementados. A melhora do desempenho em testes anaeróbios em ciclo-ergômetro com duração de 120 a 240 segundos, após a administração de citrato-Na (0,5g.kg⁻¹ de peso) também foi observada por McNaughton e Cedaro¹³. Ciclistas que receberam citrato-Na (0,5g.kg⁻¹ de peso) tiveram melhora no desempenho⁶, assim como, mulheres submetidas a corrida de 3000 metros¹² e corredores universitários (3000m)⁷.

Apesar das evidências acerca da melhora do desempenho e a maior tolerância do trato gastrointestinal ao citrato-Na, não existem estudos sobre o efeito deste suplemento em exercício de força. Devido à grande popularidade do treinamento de força, existe grande interesse na utilização de recursos ergogênicos seguros, que possam maximizar a produção de força. Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da suplementação aguda de citrato-Na sobre o desempenho no exercício de força.

Materiais e Métodos

Foram selecionados 14 indivíduos, com idade entre 18 e 25 anos, do sexo masculino, fisicamente ativos, com experiência prévia em treinamento de força. O estudo seguiu o delineamento, randomizado, duplo-cego

com utilização de placebo. Foram utilizados como critérios de seleção: a) experiência mínima em treinamento de força de 2 anos; e como critérios de exclusão: a) histórico de lesão músculo-esquelética-articular que pudesse interferir na execução dos exercícios, b) utilização de suplementos nutricionais. Para a realização dos testes, os indivíduos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, concordando em participar de maneira voluntária. O protocolo deste estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP (Parecer: 217.685 de 14/02/2013).

Os indivíduos foram divididos em 2 grupos, de forma randomizada-balanceada, um grupo ingeriu cápsulas de citrato-Na e o outro grupo recebeu placebo. O balanceamento foi realizado a partir do número de RMs executadas no primeiro teste, antes da suplementação. Os participantes do grupo que recebeu a suplementação de citrato-Na ingeriram cápsulas de citrato-Na na dosagem $0,5\text{g.kg}^{-1}$ de peso corporal, segundo a recomendação de McNaughton⁵. No grupo controle ou placebo, os participantes receberam cápsulas de NaCl ($0,1\text{g.kg}^{-1}$ de peso corporal), idênticas em tamanho, cor e aparência. Ao término da suplementação, os sujeitos foram questionados individualmente sobre a conformidade do suplemento que estava ingerindo com intuito de verificar o vendamento do estudo.

Os indivíduos foram pesados e posteriormente foi calculada a carga de execução dos exercícios, a partir de 80% do peso corporal. Após a pesagem, o lactato de repouso foi determinado mediante a coleta de sangue do lóbulo da orelha esquerda dos sujeitos. Foi realizada a primeira série de RMs de cada exercício (supino e agachamento), ambos até a exaustão. Subsequentemente a primeira série de cada exercício, o lactato sanguíneo foi mensurado novamente (Pós 1), seguindo o mesmo protocolo. Duas horas após o consumo das cápsulas, realizou-se a segunda série de RMs de cada exercício, mantendo o mesmo protocolo realizado no primeiro momento. Após a segunda série, foi coletada mais uma amostra de sangue para mensuração do lactato sanguíneo

(Pós 2), seguindo o mesmo protocolo utilizado anteriormente.

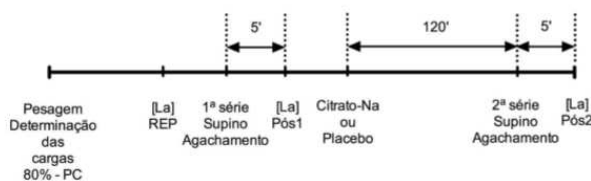


Figura 1. Delineamento experimental

Para determinação da concentração de lactato sanguíneo, foi coletada amostra de sangue do lóbulo da orelha esquerda, utilizando um capilar com heparina. A análise de concentração de lactato foi realizada utilizando-se o equipamento YSI 1500 (Yellow Springs, OH-USA). Análise de variância com medidas repetidas (ANOVA) de 2 caminhos (tratamento e tempo) foi realizada para comparação das médias e como *post-hoc* realizou-se o teste de Tukey, para análise de múltiplas comparações. Foi utilizado o software Statistica (StatSoft, Inc., USA) para análise estatística, empregando o nível de significância de $p < 0,05$.

Resultados

O número de RM's não apresentou alteração após a suplementação de citrato-Na (Tabela 1). O consumo de PLA também não afetou a capacidade de realizar RM's (Tabela 1).

Tabela 1. Número de repetições máximas (RM's) executadas com 80% do peso corporal antes (Pré) e após (Pós) o consumo de placebo (PLA) ou citrato-Na

	RM's	
	Pré	Pós
Supino		
PLA (n=7)	14,7±7,6	13,2±6,3
Citrato-Na (n=7)	14,6±5,6	13,8±5,2
Agachamento		
PLA (n=7)	19,8±6,6	20,4±9,4
Citrato-Na (n=7)	20,0±2,9	19,1±4,1

A concentração de lactato apresentou aumento semelhante após a primeira série dos exercícios utilizados (Pós 1) em ambos as condições experimentais (citrato-Na = PLA) ($p < 0,05$; Figura 2). Após a suplementação (Pós 2), também foi observado aumento na concentração de lactato em ambos as condições ($p < 0,05$; Figura 2) em

comparação ao momento Pré. Entretanto, esse aumento foi maior para o grupo suplementado (citrato-Na > PLA) ($p < 0,05$; Figura 2).

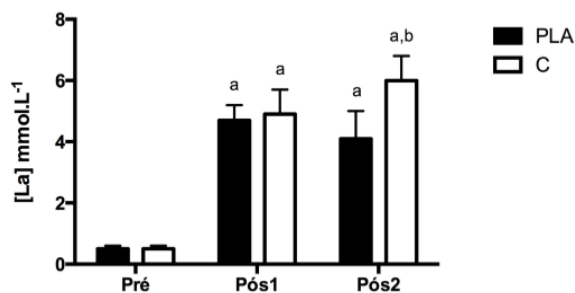


Figura 2. Concentração de lactato [La] em repouso [Pré], após os exercícios sem consumo de placebo (PLA) ou citrato-Na [Pós 1] e após os exercícios com o consumo de placebo (PLA) ou citrato-Na [Pós 2]; ^a diferente do repouso [Pré]; ^b – diferente entre os grupos (PLA vs C) [Pós]; $p < 0.05$.

Discussão

O uso de substâncias tamponantes, como o bicarbonato de sódio, tem demonstrado efeitos satisfatórios sobre o desempenho em exercícios intermitentes de elevada intensidade, como judô⁸, boxe⁹, tênis¹⁴, natação¹⁵ e *sprints* de ciclo ergômetro¹⁶. Entretanto, no presente estudo não foi observado aumento no desempenho em exercícios de força após a ingestão de citrato-Na (0.5g.kg^{-1} de peso corporal).

O efeito da administração de bicarbonato de sódio sobre o desempenho em exercícios de força foi estudado inicialmente por Webster *et al.*¹⁷ e por Portington *et al.*¹⁸. Nesses estudos foram utilizados protocolos com séries múltiplas de repetições em *leg press*. Embora o grupo suplementado com bicarbonato de sódio tenha apresentado maior número de repetições nas séries em ambos os trabalhos, não foi observada diferença estatística entre os grupos^{17,18}. Ambos os estudos, corroboram com os resultados encontrados no presente trabalho, apesar de utilizarem outro tipo de substância tamponante.

A suplementação de bicarbonato de sódio (0.3g.kg^{-1} de peso corporal) em exercício de força também foi analisada por Carr *et al.*³, utilizando protocolo de 4 séries de agachamento, *leg press* e extensão de joelhos com 10 a 12 RMs por série. Ao final, foi realizado teste de RMs, utilizando protocolo de extensão de joelho, com carga de

50% de 1RM, até atingir o ponto de fadiga. Ao avaliar o total de repetições para cada exercício, não houve diferença entre os grupos. No entanto, quando o volume acumulado de carga levantada em todos os exercícios foi analisado, houve diferença, favorecendo o grupo suplementado com a substância tamponante³. Carr *et al.*³ argumentam que a utilização de uma única série de exercícios de alta intensidade para avaliação do desempenho após suplementação pode não ser suficiente, pois o desequilíbrio ácido-base provocado não é capaz de gerar efluxo de íons H^+ da célula para o interstício¹⁹. No entanto, a utilização de um protocolo mais longo ou análise do volume acumulado de exercícios permite o maior efluxo de íons H^+ , por provocar maior desequilíbrio ácido base, permitindo assim a ocorrência do efeito tamponante com a suplementação de bicarbonato de sódio³. No presente estudo, o protocolo utilizado implementou apenas uma série de RMs para cada exercício. Assim, é possível especular que o efeito ergogênico das substâncias tamponantes seja observado somente em sessões de treinamento de força com elevado volume.

Com relação à suplementação de citrato-Na (0.5g.kg^{-1} de peso corporal), os resultados disponíveis ainda são controversos. A suplementação desse outro tamponante não promoveu a melhora do desempenho quando aplicado teste anaeróbio em ciclo ergômetro (de 10 a 30 segundos), embora a concentração de lactato após o exercício tenha aumentado em relação ao repouso¹³. No presente estudo, também observou-se aumento da concentração de lactato após os exercícios de força (supino e agachamento), sendo que esse aumento foi maior no grupo suplementado com citrato-Na.

O aumento da concentração de lactato sanguíneo é a consequência da maior utilização da via glicolítica. Ou seja, em condições de exercício físico até a fadiga, substâncias tamponantes ajudam a “equilibrar” o pH intramuscular, permitindo que a via glicolítica seja utilizada por mais tempo. A ingestão de substâncias tamponantes (bicarbonato de sódio e citrato-Na) 90 a 120 minutos antes do exercício físico intenso foi associado à redução do acúmulo de íons H^+ no músculo esquelético e

no sangue, aumentando a utilização da via glicolítica^{20,21,22,14}. Essa maior utilização resultaria no aumento da concentração de lactato sanguíneo, conforme demonstrado por estudos prévios^{3,6}. Observa-se, portanto, que para o protocolo aplicado neste trabalho, a suplementação de citrato-Na propiciou maior ativação da via glicolítica que resultou na maior formação de lactato. Conforme mencionado anteriormente, é possível que a execução de uma única série de cada exercício não seja suficiente para gerar desequilíbrio ácido-base significativo a ponto de propiciar vantagem ergogênica pelo uso da suplementação com substância tamponante, sendo essa a limitação do presente estudo.

Conclusão

Os resultados do presente estudo indicam que, apesar da maior produção de lactato, a suplementação aguda de citrato-Na não promoveu aumento do número de RMs. O presente estudo avaliou o efeito da suplementação de citrato-Na, utilizando uma única série de cada exercício, portanto, estudos adicionais aplicando séries múltiplas são necessários para determinar o efeito desse tipo de substância sobre o desempenho de força.

Agradecimentos

Agradecemos o financiamento FAPESP 2012/19519-9.

Referências

1. Fitts RH. Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiol Rev* 1994; 74(1): 49-94.
2. Silva AEL, De-Oliveira FR, Gevaerd MS. Mecanismos de fadiga durante o exercício físico. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2006; 8(1):105-113.
3. Carr BM, Webster M.J, Boyd JC, Hudson GM, Scheett TP. Sodium bicarbonate supplementation improves hypertrophy-type resistance exercise performance. *Eur J Appl Physiol* 2013;113:743-752.
4. Parry-Billings M, Maclaren DP. The effect of sodium bicarbonate and sodium citrate ingestion on anaerobic power during intermittent exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1986; 55:524-529.
5. McNaughton L. Sodium citrate and anaerobic performance: implications of dosage. *Eur J Appl Physiol* 1900; 61:392-397.
6. Potteiger JA, Nickel GL, Webster MJ, Haub MD, Palmer RJ. Sodium citrate ingestion enhances 30km cycling performance. *Int J Sports Med* 1996; 17:7-11.
7. Oopik V, Saaremets I, Medijainen L, Karelson K, Janson T, Timpmann S. Effects of sodium citrate ingestion before exercise on endurance performance in well trained college runners. *Br J Sports Med* 2003; 37:485-489.
8. Artioli GG, Gualano B, Coelho DF, Benatti FB, Gailey AW, Lancha Jr AH. Does sodium-bicarbonate ingestion improve simulated judo performance? *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2007; 17:206-217.
9. Siegler JC, Hirscher K. Sodium bicarbonate ingestion and boxing performance. *J Strength Cond Res* 2010; 24:103-108.
10. Requena B, Zabala M, Padial, P, Feriche B. Sodium bicarbonate and sodium citrate: ergogenic aids? *J Strength Cond Res* 2005; 19:213-224.
11. Carr AJ, Slater GJ, Gore CJ, Dawson B, Burke LM. Effect of sodium bicarbonate on $[HCO_3^-]$, pH and gastrointestinal symptoms. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2011; 21:189-194.
12. Shave RG, Whyte A, Siemann A, Doggart I. The effect of sodium citrate ingestion on 3.000 meter time trial performance. *J Strength Cond Res* 2001; 15:230-234.
13. McNaughton L, Cedaro R. Sodium citrate ingestion and its effects on maximal anaerobic exercise on different durations. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1992; 64:36-41.
14. Wu C, Shih M., Yang C, Huang M, Chang, C. Sodium bicarbonate supplementation prevents skilled tennis performance decline after a simulated match. *J Int Soc Sports Nut* 2010; 7:33-37.
15. Lindh AM, Peyrebrune MC, Ingham SA, Bailey DM, Folland JP. Sodium bicarbonate improves swimming performance. *Int J Sports Med* 2008; 6:519-523.
16. Bishop D, Edge J, Davis C, Goodman C. Induced metabolic alkalosis affects muscle metabolism and repeated-sprint ability. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36:807-813.
17. Webster M J, Webster MN, Crawford RE, Gladden LB. Effect of sodium bicarbonate ingestion on exhaustive resistance exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25(8):960-965.
18. Portington KJ, Pascoe DD, Webster MJ, Anderson LH, Rutland RR, Gladden LB. Effect of induced alkalosis on exhaustive leg press performance. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30(4):523-528.
19. Matson LG, Tran ZV. Effects of sodium bicarbonate ingestion on anaerobic performance: a meta-analytic review. *Int J Sport Nutr* 1993; 3:2-28.
20. Costill DL, Verstappen F, Kuipers H, Janssen E, Fink W. Acid-base balance during repeated bouts of exercise: influence of HCO_3^- . *Int J Sports Med* 1984; 5:228-231.
21. Raymer GH, Marsh GD, Kowalchuk JM, Thompson TR. Metabolic effects of induced alkalosis during progressive forearm exercise to fatigue. *J Appl Physiol* 2004; 96:2050-2056.
22. Edge J, Bishop D, Goodman C. Effects of chronic $NaHCO_3$ ingestion during interval training on changes to muscle buffer capacity, metabolism, and short-term endurance performance. *J Appl Physiol* 2006; 101:918-925.