

# Efeitos da desidratação sobre desempenho de força de atletas de Jiu-jitsu

## Effects of dehydration on strength performance of Brazilian Jiu-jitsu fighters

FERNANDES IA, SANTOS TM, DACOL FV, OLIVEIRA BRR, GOMES PSC. Efeitos da desidratação sobre desempenho de força de atletas de Jiu-jitsu. **R. bras. Ci. e Mov** 2010;18(4):54-61.

**RESUMO:** Estratégias destinadas a rápida e drástica redução de peso são comumente adotadas por atletas que competem em eventos de combate esportivo. Portanto, o objetivo do estudo foi determinar o efeito agudo da desidratação induzida por sauna sobre a força e a resistência muscular de atletas de Jiu-jitsu. Onze atletas foram submetidos a um teste de força dinâmica máxima (IRM) no *Leg Press* nas condições de euhidratação (EH) e desidratação (DES – ~2% do peso) induzida por sauna seca. Em um protocolo adicional, seis voluntários dos onze iniciais também foram submetidos a um teste de resistência muscular localizada (número máximo de repetições com 60% de IRM no exercício supino reto) e a análise de amostragem sanguínea em ambas as condições (EH e DES). A redução na massa corporal de aproximadamente 2,1% não induziu efeito deletério significativo sobre a força dinâmica máxima (EH  $307,72 \pm 87,7$  kg vs. DES  $306,27 \pm 88,3$  kg;  $P = 0,148$ ) e a resistência muscular localizada (EH =  $29 \pm 4$  repetições; DES =  $28 \pm 4$  repetições;  $P = 0,180$ ). Embora a desidratação tenha causado uma redução de  $7,6 \pm 1,5\%$  no volume plasmático, a concentração de bicarbonato sanguíneo não mudou significativamente ( $27,2 \pm 7,5$  vs.  $27,5 \pm 7,2$  mEq/L, condições EH e DES, respectivamente). Concluindo, a desidratação moderada induzida por sauna não afetou significativamente a força e a resistência muscular, além de não induzir alterações nas variáveis bioquímicas associadas ao desempenho de endurance.

**Palavras-chave:** Perda de peso; Temperatura oral; Volume plasmático.

**ABSTRACT:** Athletes who compete in combat sports events commonly adopt strategies aimed to a fast and drastic weight loss. Therefore, the purpose of this study was to determine the acute effect of sauna-induced dehydration on strength and endurance performance of Brazilian Jiu-jitsu athletes. Eleven athletes performed a one-repetition maximum test (IRM) on a *Leg Press* exercise in two different hydration states, euhydration (EH) and dry sauna-induced dehydration (DES - 2% of body mass). Additionally, six of the eleven athletes were also submitted to a muscle endurance test (the maximum number of repetitions at 60% of IRM on a bench press exercise). Blood samples were withdrawn from the same subsample in both hydration conditions. An approximate body mass reduction of 2.1% did not induce a significant deleterious effect on either muscular strength (EH  $307.72 \pm 87.7$  kg vs. DES  $306.27 \pm 88.3$  kg;  $P = 0.148$ ) or endurance (EH =  $29 \pm 4$  repetitions; DES =  $28 \pm 4$  repetition;  $P = 0.180$ ). Although dehydration has induced a plasma volume reduction of  $7.6 \pm 1\%$ , plasmatic bicarbonate concentration did not change (EH =  $27.2 \pm 7.5$  vs. DES =  $27.5 \pm 7.2$  mEq/L for EH and DES, respectively). In conclusion, sauna-induced moderate dehydration did not significantly affect either muscular strength or endurance. In addition, no changes were induced on biochemical variables related to the endurance performance.

**Key Words:** Weight loss; Oral temperature; Plasma volume.

Igor A. Fernandes<sup>1</sup>  
Tony M. Santos<sup>1</sup>  
Flávio V. Dacol<sup>2</sup>  
Bruno R. R. Oliveira<sup>1</sup>  
Paulo S. C. Gomes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Gama Filho

<sup>2</sup>Academia Techno Fitness

Enviado em: 07/04/2011

Aceito em: 12/09/2011

**Contato:** Tony Meireles dos Santos - tonyns@prohealth.com.br

## Introdução

Relatos do Centro norte-americano de controle e prevenção de doenças já registraram consequências fatais resultantes de hipertermia em lutadores colegiais de luta olímpica, aparentemente saudáveis, que se dedicavam a programas de rápida redução de peso<sup>1</sup>. Estratégias destinadas a rápida e drástica redução de peso são procedimentos comumente adotados por atletas que participam de eventos esportivos de combate<sup>2-4</sup>. Devido as suas consequências e prejuízos, posicionamentos institucionais tem sido publicados na intenção de esclarecer os riscos inerentes a esta prática<sup>5,6</sup>. Do mesmo modo, um crescente número de evidências tem relatado possíveis alterações nas variáveis de desempenho como prováveis efeitos colaterais associados aos diferentes métodos de rápida redução de peso<sup>3,4,7-9</sup>.

A exposição intermitente à sauna<sup>3,4,7</sup>, a realização de exercícios vigorosos com a utilização de roupas plásticas e/ou em ambientes quentes e úmidos<sup>9</sup>, e o uso de agentes farmacológicos diuréticos<sup>3</sup> possibilitam alcançar uma rápida e voluntária perda de peso através da desidratação. Apesar do pequeno número de evidências que apresentam comparações entre esses métodos<sup>3,10</sup>, é bem estabelecido que os exercícios causam depleção das reservas energéticas musculares<sup>6</sup>. Já os agentes farmacológicos diuréticos são considerados *dopping* e portanto não deveriam ser utilizados durante o processo de desidratação.

De acordo com as regras de determinadas modalidades, o período entre a pesagem oficial e o início do combate não permite a reposição adequada dos fluidos corporais perdidos durante o processo de desidratação. Embora este fato indique que desempenho pode ser consideravelmente afetado<sup>11</sup>, as evidências sobre os componentes de força e resistência muscular sob condições de desidratação não apresentam consistência em seus achados<sup>4,7,9,12</sup>. Diversos são os estudos que não observaram alterações na força muscular<sup>7,9,12</sup>. No entanto, Schoffstall *et al.*<sup>4</sup> observaram redução significativa na força de membros superiores de levantadores de peso após exposições à sauna, que induziram uma redução de 1,5% no peso total.

Dois estudos com características muito semelhantes apresentaram resultados contraditórios acerca dos efeitos da desidratação sobre a resistência muscular. Montain *et al.*<sup>9</sup> relataram uma redução de 15% no tempo de fadiga dos músculos extensores do joelho depois de 4% de redução do peso. A hipótese que associa a aumentada concentração de íons hidrogênio e de fosfato inorgânico ao efeito deletério sobre o tempo de fadiga durante o exercício na condição de desidratação foi afastada pelos próprios autores<sup>9</sup>. Já Greiwe *et al.*<sup>7</sup> não observaram redução no tempo de fadiga tanto dos músculos extensores do joelho quanto dos flexores de cotovelo após reduções de 4% do peso.

A inconsistência de resultados relacionados à força e resistência muscular pode ser explicada pelo uso de diferentes condições experimentais, extensão e natureza da perda de peso, nível de treinamento, prévia familiarização aos procedimentos de desidratação e/ou a falta de controle<sup>7</sup> de qualquer outro fator como, por exemplo, a medida da temperatura corporal<sup>7,9,12,13</sup>. Uma vez que a manutenção do desempenho músculo-esquelético é um fator determinante nos eventos esportivos organizados por categoria de peso<sup>2</sup>, o objetivo do estudo foi determinar o efeito agudo da desidratação induzida por sauna sobre a força e a resistência muscular de atletas praticantes de Jiu-jitsu.

## Materiais e métodos

### Amostra

A amostra foi composta por onze atletas amadores de Jiu-jitsu ( $23 \pm 3$  anos de idade,  $74,4 \pm 9$  kg e  $174 \pm 5$  cm de estatura) que estavam envolvidos regularmente em competições de nível internacional e com no mínimo dois anos de prática da modalidade. Nenhum dos atletas era familiarizado com procedimentos de rápida redução de peso. Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido em conformidade com as normas éticas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (Resolução 196/96) e de acordo com as recomendações institucionais da Universidade Gama Filho na época da realização do estudo. O termo continha

as informações pertinentes aos procedimentos experimentais, assim como, os possíveis riscos e desconfortos inerentes a estudos desta natureza. Foram excluídos do estudo os voluntários que já estavam familiarizados com procedimentos de rápida redução de peso, que possuíam recente (6 meses) histórico de lesões músculo esqueléticas ou cirurgia nas articulações envolvidas no estudo ou que utilizassem qualquer medicamento ou droga que pudesse interferir nos resultados dos testes.

#### *Procedimentos Gerais*

Os procedimentos experimentais foram realizados em quatro visitas intercaladas por pelo menos três e no máximo cinco dias. Antes da realização dos procedimentos, os atletas foram instruídos a não mudar a ingestão de fluídos e não realizar exercícios vigorosos ou qualquer outra atividade que pudesse afetar o estado de hidratação nas últimas 24 horas que antecederam as visitas. As duas visitas iniciais foram realizadas no intuito de familiarizar os voluntários com os procedimentos inerentes ao teste de uma repetição máxima (1RM) no exercício *Leg Press*. Em um protocolo adicional, também na primeira visita, seis dos onze voluntários foram submetidos aos procedimentos de familiarização ao teste de 1RM no supino reto. Os cinco voluntários que optaram por não participar do grupo adicional modificaram a autorização para a coleta de sangue devido ao envolvimento em competição não previamente programada que aconteceu em paralelo à realização do estudo. De acordo com o cronograma pré-estabelecido para a investigação e não sendo estas variáveis imprescindíveis à investigação, optou-se pela não reposição dos sujeitos que declinaram a esta etapa do estudo.

Para o grupo adicional, a ordem dos testes de força e resistência muscular foi determinada de forma contrabalanceada. Já na segunda visita, foi estabelecida a carga de 1RM no supino no intuito de evitar um possível comprometimento do desempenho dos atletas nos testes de resistência muscular.

#### **Condições de Euhidratação e Desidratação**

Na terceira visita, denominada como condição de euhidratação – EH, inicialmente, os participantes foram submetidos aos procedimentos referentes à determinação dos valores de 1RM no *Leg Press* (N=11). O grupo adicional (N=6) foi inicialmente submetido à medida da temperatura oral e em seguida aos testes de 1RM no *Leg Press* ou o de maior número de repetições realizadas com 60% de 1RM no supino reto. Na última visita, denominada condição desidratação – DES, os participantes foram submetidos à medida do peso corporal antes de iniciarem os procedimento de desidratação. Além do peso corporal, o grupo adicional também foi submetido a uma coleta de amostras sanguíneas. Logo após, sessões de exposição à sauna seca foram iniciadas para in

duzir uma redução de no mínimo 2% do peso total. Dez minutos após a última sessão de sauna, o grupo adicional foi novamente submetido a uma coleta de amostras sanguíneas. Quarenta minutos após a última sessão de sauna, os voluntários foram submetidos aos testes de força e/ou resistência muscular. Voluntários que participaram do grupo adicional foram novamente submetidos a medida da temperatura oral antes de ambos os exercícios. Os testes foram realizados no mesmo horário em todas as visitas.

#### *Instrumentos*

O peso e a estatura foram mensuradas através de uma balança digital com estadiômetro (*Toledo*, São Paulo, Brasil). Para ambas as medidas, os sujeitos vestiam sunga e adotaram a posição anatômica. Antes dos testes de força e resistência muscular, a temperatura oral foi mensurada através de um termômetro (Incoterm – Termômetro Clínico, Canela, Brasil). Momentos antes de realizar os testes, os participantes adotavam uma posição sentada e colocavam o termômetro na boca, sob a língua, durante o período de três minutos. Após este período, retiravam o termômetro da boca e o pesquisador responsável efetuava a leitura do valor obtido pelo instrumento.

#### *Protocolo de Desidratação*

O estado de desidratação foi obtido através de exposições intermitentes a sessões de sauna seca (70°C) com duração de quinze minutos. Estas foram intervaladas por períodos de cinco minutos. Durante os períodos de intervalo entre as sessões, os participantes foram submetidos ao procedimento de pesagem. Este procedimento foi repetido tantas vezes quantas necessárias até a redução de 2% do peso total.

#### *Coleta e Análise de mostras sanguíneas*

Amostras sanguíneas de uma das veias do antebraço direito dos participantes foram obtidas durante a visita caracterizada como DES. Foram coletados ≈9 mL de sangue e estocados em dois tubos com anticoagulante (ETDA), sendo em seguida homogeneizados e repassados para tubo capilar simples. A concentração de hemoglobina foi determinada pelo método de automação através de um contador eletrônico de células T-890 (Coulter®, Flórida, USA). A quantificação do hematócrito foi feita através do método de microcentrifugação em capilar. Após o procedimento inicial, o tubo capilar foi colocado na microcentrífuga com a extremidade fechada e centrifugado por um período de 5 minutos a 10000 rpm. A coluna de glóbulos vermelhos foi lida no gráfico que acompanha a microcentrífuga com a parte fechada voltada para baixo. Os resultados foram expressos em porcentagem. A concentração de bicarbonato de sódio foi determinada através do teste laboratorial de reserva alcalina a partir do método enzimático/Sirke. Três mililitros de sangue foram centrifugados por um período de 10 min a 3500 rpm. Em seguida foram rapidamente dessorados e refrigerados. As análises foram realizadas no soro por aparelho automático para a realização de provas bioquímicas (Cobas Mira Plus, Roche, Diagnostic Systems, Indianapolis, IN, USA). Alterações percentuais no volume plasmático após a exposição intermitente a sessões de sauna foram calculadas através da proposta de Dill e Costill<sup>14</sup>.

#### *Testes de Força Dinâmica Máxima*

Para determinar a carga dinâmica máxima de

membros inferiores utilizou-se um teste de 1RM no exercício *Leg Press* (Technogym, Manaus, Brasil). Durante o teste, o voluntário foi posicionado em decúbito dorsal com os pés dispostos de acordo com a largura dos ombros, em um ponto específico que foi anteriormente demarcado na plataforma do aparelho. O teste foi iniciado com as pernas estendidas. O movimento foi constituído de fases excêntrica e concêntrica, respectivamente. A fase excêntrica terminava com a flexão da articulação dos joelhos formando um ângulo de 90° entre a perna e a coxa de ambos os membros. Este ângulo foi padronizado e aferido através de goniômetro (Carci, São Paulo, Brasil). O final da fase excêntrica do movimento foi observada pelos voluntários através de uma demarcação feita no equipamento. O movimento foi considerado completo quando a posição inicial foi atingida, caracterizando assim o final da fase concêntrica.

Antes de iniciar os testes de 1RM, foram feitas duas séries de aquecimento com uma carga submáxima que permitiu a execução de dez repetições. O intervalo entre as séries de aquecimento foi de dois minutos. O teste de uma repetição máxima foi iniciado dois minutos após a última série aquecimento. A carga inicial foi decidida pelo pesquisador responsável. Para determinar o valor de 1RM no *Leg Press* foram realizadas no máximo 4 tentativas. O intervalo entre as tentativas foi de cinco minutos. Durante a tentativa em que o atleta não completava a fase concêntrica do movimento, o teste era interrompido sendo considerada como carga máxima aquela obtida na última execução correta.

#### *Teste de Resistência Muscular*

Nas duas visitas iniciais, que constituíram a familiarização, o teste de 1RM de membros superiores no exercício *Supino Reto* (Vitality, São Paulo, Brasil) foi iniciado cinco minutos após o término do teste de *Leg Press*. Durante o teste, o indivíduo estava em decúbito dorsal, com as articulações do joelho e do quadril flexionadas, membros paralelos e os pés apoiados. A posição das mãos foi padronizada de acordo com as primeiras linhas divisórias da barra. Com o auxílio dos pesquisadores, o movimento foi iniciado de maneira que

os atletas estivessem segurando a barra com os braços completamente estendidos. O movimento foi constituído de uma fase excêntrica e uma fase concêntrica. A fase excêntrica do movimento foi considerada completa, no momento em que o centro da barra tocava na região mesoesternal. O movimento foi considerado correto quando o atleta atingia a posição inicial (braços estendidos) que constituiu o término da fase concêntrica. Os procedimentos de aquecimento e número de tentativas foram idênticos aos realizados durante o teste de 1RM no Leg Press. Os valores de resistência muscular foram determinados a partir do número máximo de repetições realizadas com 60% da carga máxima obtida no supino reto, com um intervalo mínimo de 3 dias entre os testes. As medidas de força e resistência muscular foram realizadas em ambas as condições que compuseram o estudo.

#### Análise Estatística

Os valores foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão. Os pressupostos conceituais para a utilização da estatística paramétrica foram testados. A distribuição dos dados foi testada através do teste de Shapiro-Wilk. Quando não observada distribuição normal, foram utilizados testes estatísticos não paramétricos. Para análise da confiabilidade da medida foi calculado o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) para os valores de 1RM no Leg Press obtidos durante as três visitas iniciais. Para a medida de 1RM no Supino Reto foram utilizados apenas os valores obtidos nas duas visitas

iniciais.

A identificação de diferença entre as condições EH e DES para a maioria das variáveis dependentes (peso total, hematócrito, hemoglobina, percentual de volume plasmático, força de 1RM no Leg Press) foi estabelecida através da utilização do teste t Student para medidas pareadas. O teste estatístico não paramétrico de Wilcoxon foi utilizado na identificação de diferenças entre as variáveis temperatura oral, bicarbonato de sódio e número máximo de repetições com 60% de 1RM no supino. Todas as análises estatísticas foram realizadas com a utilização de software disponível comercialmente (SPSS, versão 13, Chicago, USA). Os resultados foram considerados estatisticamente significativos quando  $\alpha \leq 0,05$ .

O tamanho do efeito (TE) para as principais variáveis dependentes de desempenho (1RM no Leg Press e número máximo de repetições com 60% de 1RM no supino) foi calculado através da equação sugerida por Rhea<sup>15</sup>. Magnitude relativa do TE foi determinada conforme a escala específica de estudos que tem como variável dependente a força muscular<sup>15</sup>.

#### Resultados

A medida de 1RM no Leg Press durante as três visitas iniciais apresentou um CCI de 0,97. Para os valores referentes à medida de 1RM no supino foi observado CCI de 0,90. As alterações nas variáveis fisiológicas nas condições controle e experimental estão resumidas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Efeito da desidratação sobre variáveis fisiológicas e de desempenho

Variáveis	EH	DES
Peso Total (kg)	77,4 $\pm$ 11,3	75,8 $\pm$ 11,1*
Temperatura oral (°C) †	36,5 $\pm$ 0,2	36,6 $\pm$ 0,7
Hematócrito (%) †	44,9 $\pm$ 2,3	46,7 $\pm$ 2,6*
Hemoglobina (g·dL <sup>-1</sup> ) †	15,4 $\pm$ 0,8	16,1 $\pm$ 1,0*
Bicarbonato de sódio (mEq·L <sup>-1</sup> ) †	27,2 $\pm$ 7,5	27,5 $\pm$ 7,2
% $\Delta$ Vp †	-	-7,6 $\pm$ 1,5*

EH - Euhidratação; DES - Desidratação; %AVP - Percentual de volume plasmático; \* - Diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ); † - N = 6

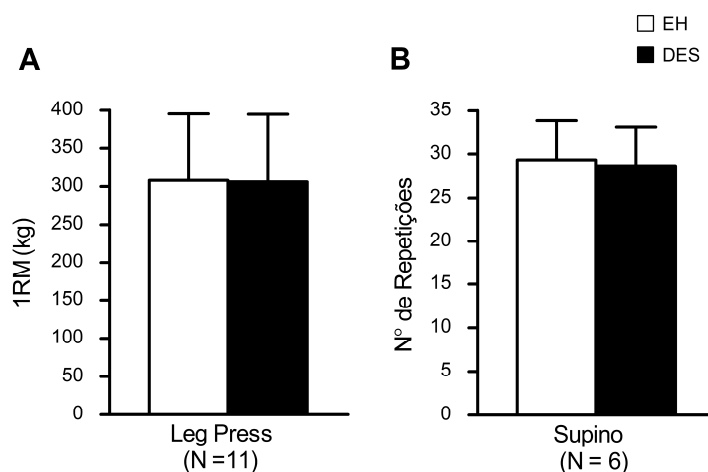
A exposição intermitente à sauna foi bem tolerada pelos atletas envolvidos no estudo e mostrou uma redução

significativa de 2,2  $\pm$  0,2% ( $P=0,000$ ) no peso total. O tempo total de exposição à sauna para o alcance da

redução no peso foi de  $65 \pm 15$  minutos, representando a necessidade de um número aproximado de 5 exposições.

Valores médios de temperatura oral que foram obtidos momentos antes dos testes de força e resistência muscular em ambas as condições (EH e DES) não apresentaram diferença significativa ( $P = 0,202$ ). Os valores médios de volume plasmático foram reduzidos em  $7,6 \pm 1,5\%$  ( $P = 0,000$ ) após a última exposição à sauna e a consequente redução de peso. Os valores da concentração de hemoglobina apresentaram discretos, mas significativos aumentos no período DES ( $P = 0,000$ ), assim com a concentração de hematócrito que também apresentou aumentos significativos ( $P = 0,000$ ). O

conteúdo de bicarbonato sanguíneo não apresentou diferença significativa ( $P = 0,317$ ) durante os diferentes períodos do estudo. Conforme apresentado na Figura 1, os valores médios referentes à força máxima (EH  $307,72 \pm 87,7$  kg vs. DES  $306,27 \pm 88,3$  kg;  $P = 0,148$ ) e resistência muscular (EH  $29 \pm 4$  repetições vs. DES  $28 \pm 4$  repetições ;  $P=0,180$ ), não apresentaram diferença significativa. Independente do nível prévio de treinamento, tanto a magnitude relativa do tamanho do efeito para os valores de 1RM no *Leg Press* ( $TE = 0,0$ ) quanto para o maior número de repetições com 60% de 1RM no supino ( $TE = 0,1$ ) foram qualificadas como “Triviais”.



**Figura 1.** Valores médios de força máxima no teste de 1RM no Leg Press (A) e resistência muscular pelo número de repetições - 60% de 1RM no Supino (B) em condições de euhidratação (EH) e desidratação (DES)

### Discussão

Os resultados apresentados na atual investigação sugerem que uma rápida redução no peso induzida por exposição intermitente à sauna seca, causando uma perda aproximada de 2%, não exerceu efeito deletério significativo sobre a força e resistência muscular de atletas praticantes de Jiu-jitsu. Como os valores de probabilidade são influenciados pelo tamanho da amostra e sua variabilidade, o pequeno número de voluntários ( $N = 6$ ) pode ter reduzido o poder de análise do presente estudo. Com o objetivo de minimizar essa possível limitação, o tamanho do efeito induzido pela desidratação foi determinado para ambas as variáveis dependentes. Os

reduzidos valores referentes ao tamanho do efeito nos permitem admitir a ausência de um efeito significativo da desidratação sobre a força e resistência muscular.

Uma vez que os voluntários não estavam envolvidos regularmente em um programa de treinamento de força, o efeito de aprendizado poderia influenciar os valores da carga de 1RM em ambos os exercícios envolvidos no estudo. No entanto, ao observar o coeficiente de correlação intraclassa para ambas as medidas de 1RM, parece que as visitas destinadas à familiarização foram suficientes para diminuir o possível efeito de aprendizado. A fim de isolar potenciais influências da elevada temperatura corporal, como possíveis efeitos relacionados à atividade enzimática, a

realização dos procedimentos de testagem foi iniciada a quarenta minutos após o alcance da redução no peso. Além deste intervalo de repouso, os participantes do grupo adicional foram submetidos a medida de temperatura oral momentos antes de serem iniciados os procedimentos de testagem.

Embora os valores de temperatura oral tenham apresentado similaridade em ambas as condições de EH e DES, estes achados devem ser interpretados com cautela devido a limitação inerente ao método. Enquanto a cinética da temperatura oral apresenta características semelhantes a aquela da medida retal, os valores costumam ser subestimados<sup>16</sup>. Unido a limitação imposta pelo pequeno número de participantes, o método de medida da temperatura pode ter tido sua sensibilidade reduzida refletindo assim na ausência de alterações impostas pela condição DES. Resultados prévios que indicam pequenos e significativos incrementos na temperatura central fortalecem a premissa da falta de sensibilidade do método utilizado<sup>4</sup>. Considerando que a temperatura oral foi utilizada apenas como um fator associado a possíveis alterações de desempenho, a limitação deste método não promoveu impacto negativo nos resultados do presente estudo.

Com relação à força muscular, os resultados obtidos são semelhantes a uma série de investigações que sugerem a preservação do desempenho após uma redução de 2 a 5% no peso total<sup>7,9</sup>. Greiwe *et al.*<sup>7</sup> relataram que uma redução de 3,8% do peso, obtida através de exposição intermitente a sauna, não afetou o pico de torque dos extensores de joelho e flexores de cotovelo, mesmo com uma redução de 7,5% no volume plasmático. Os achados do presente estudo se assemelham aos reportados por Judelson *et al.*<sup>17</sup> que não observaram efeito deletério sobre diferentes manifestações da força mesmo induzindo a desidratação de maneira ativa.

A preservação do desempenho da força muscular pode ser explicada pela ausência de mudança no potencial de membrana após a desidratação<sup>18</sup>. Desta forma a excitabilidade e recrutabilidade das fibras musculares não foram afetadas pelas diferenças nos eletrólitos e conteúdo de água intra e extra celular depois da desidratação. Estes

resultados também podem ser sustentados pelos achados de Houston *et al.*<sup>19</sup> que não observaram reduções na concentração de ATP e CP no músculo esquelético após desidratação.

Com relação à resistência muscular, os resultados aqui reportados foram semelhantes aos de Greiwe *et al.*<sup>7</sup>, porém diferentes dos estudos conduzidos por Montain *et al.*<sup>9</sup> e Judelson *et al.*<sup>17</sup> Esta inconsistência de resultados pode ser explicada pelo uso de diferentes condições experimentais. Greiwe *et al.*<sup>7</sup> aplicaram procedimentos que induziram a desidratação de forma passiva. Já Montain *et al.*<sup>9</sup> e Judelson *et al.*<sup>17</sup> submeteram suas amostras a realização de exercícios de intensidade moderada em ambiente húmido e quente.

Fatores bioquímicos são comumente sugeridos como possíveis responsáveis para a redução na resistência muscular. Mudanças na condução de velocidade dos potenciais de ação e a redução no pH podem ter um papel importante nesta redução do desempenho<sup>12</sup>. A atual investigação não considera esta hipótese, pois, mesmo com uma redução média no volume plasmático de  $7,6 \pm 1,5\%$ , a concentração de bicarbonato sanguíneo não apresentou diferenças significativas nas condições experimentais. Apesar de Montain *et al.*<sup>9</sup> terem reportado uma redução de 15% no tempo de fadiga dos músculos extensores do joelho depois de 4% de redução do peso, foram relatadas reduções similares de pH durante exercícios exaustivos quando os sujeitos se apresentavam hidratados ou desidratados.

## Conclusões

A moderada desidratação induzida por exposições intermitentes a sauna seca não exerceu efeito deletério significativo sobre o desempenho de força dinâmica máxima e de resistência muscular. Além disso, as perdas hídricas não ocasionaram alterações significativas nas concentrações de bicarbonato de sódio que poderiam estar associadas a possíveis reduções no desempenho físico. Mesmo diante desses achados, ainda não é possível afirmar que estratégias que induzem uma rápida redução do peso e garantem a adequação de atletas em categorias inferiores não estariam associadas a efeitos deletérios

sobre o desempenho nas mais diversas modalidades. Ainda há a necessidade de investigar a influência da desidratação sobre tarefas que apresentam características e demandas semelhantes a um combate real.

### Agradecimentos

Igor Alexandre Fernandes recebeu suporte financeiro da CAPES (BEX 4348/09-5), Ministério da Educação e Cultura, Brasil.

Os autores também gostariam de agradecer a Claudia Meirelles, Rodrigo Batalha Rebelato, as equipes de Jiu-Jitsu *Old Skull* e *Brazilian Top Team* e ao Laboratório Médico Centrolab da cidade de Volta Redonda, pela enorme contribuição durante a realização do estudo.

### Referências

- Centers for disease control and prevention C. **Hyperthermia and dehydration-related deaths associated with intentional rapid weight loss in three collegiate wrestlers**-North Carolina, Wisconsin, and Michigan, November-December 1997. *Morb Mortal Wkly Rep.* 1998; 47(6): 105-8.
- Barr SI. Effects of dehydration on exercise performance. *Can J Appl Physiol* 1999;24(2):164-172.
- Caldwell JE, Ahonen E, Nousiainen U. Differential effects of sauna-, diuretic-, and exercise-induced hypohydration. *J Appl Physiol* 1984;57(4):1018-1023.
- Schoffstall JE, Branch JD, Leutholtz BC, Swain DE. Effects of dehydration and rehydration on the one-repetition maximum bench press of weight-trained males. *J Strength Cond Res* 2001;15(1):102-108.
- Kiningham RB, Gorenflo DW. Weight loss methods of high school wrestlers. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(5): 810-813.
- Oppliger RA, Case HS, Horswill CA, Landry GL, Shelter AC. American College of Sports Medicine position stand. Weight loss in wrestlers. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28(6):ix-xii.
- Greiwe JS, Staffey KS, Melrose DR, Narve MD, Knowlton RG. Effects of dehydration on isometric muscular strength and endurance. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30(2):284-288.
- Judelson DA, Maresh CM, Anderson JM, Armstrong LE, Casa DJ, Kraemer WJ, et al. Hydration and muscular performance: does fluid balance affect strength, power and high-intensity endurance? *Sports Med* 2007;37(10): 907-921.
- Montain SJ, Smith SA, Mattot RP, Zientara GP, Jolesz FA, Sawka MN. Hypohydration effects on skeletal muscle performance and metabolism: a 31P-MRS study. *J Appl Physiol* 1998;84(6):1889-1894.
- Nielsen B, Kubica R, Bonnensen A, Rassmussen I, Stolklosa J, Wilb B. Physical work capacity after dehydration and hyperthermia: a comparison of the effect of exercise versus passive heating and sauna and diuretic dehydration. *Scan J Sports Sci* 1981;3(1):2-10.
- Smith MS, Dyson R, Hale T, Harrison JH, McManus P. The effects in humans of rapid loss of body mass on a boxing-related task. *Eur J Appl Physiol* 2000;83(1):34-39.
- Bigard AX, Sanchez H, Claveyrolas G, Martin S, Thimonier B, Arnaud MJ. Effects of dehydration and rehydration on EMG changes during fatiguing contractions. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(10):1694-1700.
- Gutierrez A, Mesa JL, Ruiz JR, Chiroso LJ, Castillo MJ. Sauna-induced rapid weight loss decreases explosive power in women but not in men. *Int J Sports Med* 2003;24(7):518-522.
- Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. *J Appl Physiol* 1974;37(2):247-248.
- Rhea MR. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *J Strength Cond Res* 2004;18(4):918-920.
- Ganio MS, Brown CM, Casa DJ, Becker SM, Yeargin SW, McDermott BP, et al. Validity and reliability of devices that assess body temperature during indoor exercise in the heat. *J Athl Train* 2009;44(2):124-135.
- Judelson DA, Maresh CM, Farrell MJ, Yamamoto LM, Armstrong LE, Kraemer WJ, et al. Effect of hydration state on strength, power, and resistance exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(10):1817-1824.
- Costill DL, Cote R, Fink W. Muscle water and electrolytes following varied levels of dehydration in man. *J Appl Physiol* 1976;40(1):6-11.
- Houstoun M, Marrin D, Green H, Thomson J. The effect of rapid weight loss on physiological functions in wrestlers. *Physician Sportsmed* 1981; 9(11): 73-78.