

Efeito da ingestão de água na hemodinâmica de recuperação pós-esforço e durante o ortostatismo activo

Autores

Gonçalo Vilhena de Mendonça ¹

gvmendonca@gmail.com

Resumo

Existe um aumento na predisposição individual para a intolerância ortostática durante a recuperação pós-exercício. Nestas condições, a simples ingestão de água melhora os níveis de tolerância ortostática por via da diminuição da magnitude da hipotensão pós-esforço (HPE). Contudo, a sua eficácia apenas foi estudada na resposta ao exercício dinâmico de intensidade moderada. Assim, este estudo pretendeu testar se, em indivíduos saudáveis, a ingestão de água contribui para a diminuição da HPE; e como tal para a melhoria da resposta hemodinâmica ao ortostatismo activo (OA) realizado durante a recuperação. 17 adultos saudáveis (9 homens; 8 mulheres, idade: 21.2 ± 1.6 anos) ingeriram um bólus de 50 ou 500 mL de água de uma forma randomizada, previamente à realização de uma prova ergométrica máxima. A hemodinâmica, pré- e pós-ingestão de água, foi avaliada no repouso, recuperação e durante o OA. A ingestão de 500 mL de água resultou num aumento generalizado (no repouso e recuperação) da pressão arterial (PA) sistólica, diastólica e média ($p < 0.05$). Contudo, a HPE incidiu temporalmente de forma idêntica e com igual magnitude em ambas as condições (~ 10-15 min de recuperação; decréscimo de ~ 5 mmHg). Não se observaram diferenças entre condições na resposta hemodinâmica ao OA. Concluiu-se assim que, muito embora a ingestão de 500 mL de água previamente ao esforço máximo não perturbe a magnitude da HPE, o seu efeito induz um efeito pressor generalizado. Mais, os resultados obtidos sugerem ainda que a ingestão de água não melhora a resposta hemodinâmica durante o OA realizado na recuperação.

¹ Laboratory of Motor Behavior, Faculty of Human Kinetics, Technical University of Lisbon, Portugal

INTRODUÇÃO

O efeito pressor que acompanha o estímulo de exercício dinâmico é rapidamente revertido durante o período de recuperação. A evidência sugere que, nestas condições, a pressão arterial (PA) pode mesmo diminuir para valores inferiores aos de repouso – hipotensão pós-esforço (HPE) (1-3). A HPE é independentemente da postura de recuperação e resulta de um decréscimo na taxa de resistência vascular periférica que não é inteiramente compensado pelo aumento no débito cardíaco (4-6). Este fenómeno tem origem num decréscimo da actividade simpática eferente (tanto central como periférica) e no aumento da expressão de factores locais que contribuem directamente para a vasodilatação. (i.e., histamina) (7-9). De acordo com estudos anteriores, o *stress* gravitacional agrava a HPE. Nestas condições, observa-se um aumento na predisposição individual para a intolerância ortostática (10). O recurso aos anti-histamínicos tem, enquanto medida profiláctica, demonstrado uma eficácia satisfatória a este nível (11). Contudo, tratam-se agentes farmacológicos não isentos de efeitos secundários; aspecto que limita a sua livre e continuada utilização durante a prática de esforço físico. Por este motivo, tem subsistido o interesse em alternativas que, cumprindo o mesmo efeito, não desencadeiem alterações indesejáveis ao regular funcionamento do organismo humano.

A simples ingestão de água tem sido apontada como uma estratégia que melhora os níveis de tolerância ortostática pós-esforço por via da diminuição da magnitude da HPE (12, 13). Este efeito resulta do reflexo osmopressor desencadeado ao nível da circulação portal; mecanismo que potencia a activação simpática com conseqüente vasoconstrição sistémica e aumento da PA (14). Contudo, a sua eficácia apenas foi estudada na resposta ao exercício dinâmico de intensidade moderada, não se sabendo se existe transposição para a recuperação pós-esforço máximo – aspecto clinicamente relevante, uma vez que a intolerância ortostática é particularmente incidente nos primeiros 30 min pós-exercício máximo (15). Em conformidade, este estudo pretendeu testar se, em indivíduos saudáveis, a ingestão de um bólus de água contribui para a diminuição da HPE pós-exercício máximo; e assim para a melhoria do perfil hemodinâmico na resposta ao ortostatismo realizado durante a recuperação do esforço de elevada intensidade.

MÉTODOS

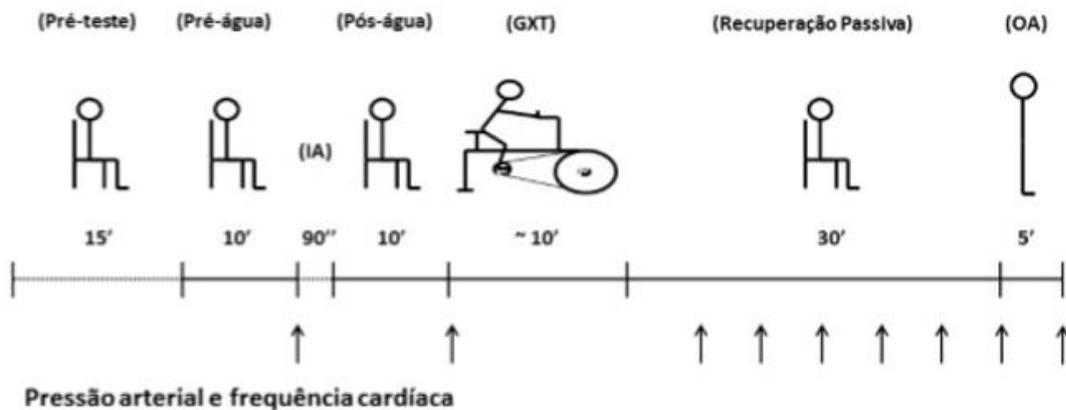
A amostra reuniu um grupo de 17 participantes saudáveis (9 homens e 8 mulheres, idade: 21.2 ± 1.6 anos, estatura: 173 ± 9.4 cm e índice de massa corporal: 22.8 ± 1.6 kg/m²), não medicados e com perfil normotensional (PA <135/85 mmHg). Todos os participantes eram homogeneamente activos e nenhum apresentava excesso ponderal, tabagismo activo ou qualquer patologia. Uma vez que a magnitude da HPE varia em função dos níveis séricos de estrogénio, as mulheres foram avaliadas na fase folicular precoce do seu ciclo menstrual. Solicitou-se a abstinência de exercício físico por um período de 24 h pré-teste e ainda de ingestão de alimentos (sólidos ou líquidos) por um período de 8 h. Pediu-se que cada participante ingerisse 1 L de água 8 h antes de cada avaliação para assegurar homogeneidade nos níveis de hidratação entre indivíduos. O termo de consentimento informado foi preenchido individualmente e obtido previamente à inclusão no estudo. O

desenho experimental foi aprovado pelo Conselho de Ética da Faculdade de Motricidade Humana.

Desenho experimental

A figura 1 resume esquematicamente o desenho experimental. Os participantes foram avaliados ao longo de 2 visitas ao laboratório, em dias separados e não consecutivos, aproximadamente à mesma hora do dia (7-11 h da manhã). Serviram assim de controlos de si próprios e, de uma forma randomizada e balanceada, todos cumpriram um protocolo de avaliação que incluiu repouso sentado, esforço em ciclo-ergómetro e recuperação sentada em duas condições distintas (pós-ingestão de 50 vs. 500 mL de água) espaçadas por um período não superior a 1 semana. Em ambas as visitas, cada participante começou por esvaziar a bexiga, tendo fornecido uma amostra de urina para posterior análise da densidade específica da urina (Urysis 1100, Roche, Lisboa-Portugal) – marcador do estado de hidratação. Subsequentemente, obtiveram-se os valores de massa corporal, estatura individual e calculou-se o índice massa corporal.

Fig. 1. Representação esquemática do desenho experimental.



O desenho experimental consistiu em 2 sessões que envolveram a ingestão de 50 ou 500 mL de água. As medidas de repouso foram obtidas após 15 min de estabilização fisiológica na posição sentada. Seguidamente, cada participante ingeriu 50 ou 500 mL de água (em 90 s), tendo permanecido na posição sentada por mais 10 min de registo (repouso pós-água). A pressão arterial e frequência cardíaca foram obtidas nos últimos 3 min de cada período de repouso (pré- e pós-água). Posteriormente, os participantes realizaram uma prova progressiva em cicloergómetro até à exaustão (início a 50 W e $\Delta 25 \text{ W}\cdot\text{min}^{-1}$), com análise do consumo de oxigénio e frequência cardíaca. Após a exaustão individual, os participantes recuperaram na posição sentada durante 30 min, tendo-se obtido os valores de pressão arterial e frequência cardíaca a cada 5 min. Finalmente, aos 30 min, solicitou-se a cada participante que transitasse da posição sentada para a postura bipedal e que permanecesse imóvel durante mais 5 min. Os valores de pressão arterial e frequência cardíaca foram

novamente obtidos no último minuto de ortostatismo activo. Abreviaturas: IA, ingestão de água; GXT, prova máxima em cicloergómetro; OA, ortostatismo activo

O pico do efeito osmopressor ocorre ~ entre 30-40 min pós-ingestão de um bólus de 500 mL de água (14). Assim, estruturou-se um desenho experimental que maximizasse a sobreposição temporal entre o pico dos efeitos hemodinâmicos da ingestão de água e o período de recuperação pós-esforço. Mais concretamente, após 15 min de repouso, iniciou-se um período de 10 min com recolha de dados cardio-respiratórios em posição sentada (baseline). Depois, cada participante ingeriu 50 (controlo) ou 500 mL (experimental) de água em 90 s, tendo permanecido sentado por mais 10 min. A PA foi registada nos últimos 3 min de cada um destes dois últimos períodos de repouso (Tango SunTech, Medical Morrisville-NC). Posteriormente, os participantes realizaram um protocolo de esforço em rampa até à exaustão (início a 50 W; Δ 25 W.min⁻¹) (Monark 829 E, Varberg, Sweden), seguido de um período de 30 min de recuperação passiva (PA foi obtida a cada 5 min da recuperação) e outro de ortostatismo activo (OA) por mais 5 min (PA obtida no último min do OA). As variáveis cardio-respiratórias foram registadas em ambas as visitas por intermédio de uma câmara de mistura (Metamax I Cortex, Leipzig-Germany) e de um cardiofrequencímetro (Polar R-R recorder, Polar Electro, Kempele-Finland).

Análise estatística

Os dados apresentados correspondem a valores médios \pm DP. Explorou-se a normalidade e homocedasticidade dos dados com os testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene, respectivamente. Tendo por base os resultados de estudos anteriores (16), determinou-se que uma amostra com 17 participantes permitiria assegurar uma probabilidade de rejeitar correctamente a hipótese nula > a 80%. Recorreu-se ao teste *t* para amostras emparelhadas para identificar diferenças entre condições para as variáveis obtidas em repouso pré-ingestão de água. Os dados recolhidos durante o esforço máximo foram também comparados entre condições por intermédio do mesmo teste estatístico. Utilizou-se uma ANOVA de medidas repetidas para determinar os efeitos hemodinâmicos da ingestão de ambos os volumes de água durante o período de recuperação (condição [2] x tempo [5]). O mesmo procedimento foi ainda adoptado para comparar ambas as condições quanto à resposta hemodinâmica registada na transição da posição sentada para o ortostatismo activo (condição [2] x tempo [2]). A correcção de Bonferroni foi utilizada para localizar a origem dos efeitos principais. Definiu-se como critério para significância estatística $p < 0.05$ e todas as análises estatística foram efectuadas por intermédio do SPSS, versão 17.0.

RESULTADOS

Conforme é possível verificar no quadro 1, não foram registadas diferenças de base entre condições para os parâmetros cardio-respiratórios, hemodinâmicos, urinários ou antropométricos.

Quadro 1. Valores de parâmetros fisiológicos obtidos no repouso previamente à ingestão de ambos os volumes de água.

	Repouso pré-50 mL	Repouso pré-500 mL
VO ₂ (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	3.9 ± 0.7	3.8 ± 0.8
QR	0.98 ± 0.13	0.95 ± 0.12
Ve (L.min ⁻¹)	9.8 ± 3.9	8.9 ± 3.2
FC(bpm)	66.8 ± 11.1	66.4 ± 12.1
PAS (mmHg)	112.1 ± 7.3	113.7 ± 11.0
PAD (mmHg)	69.4 ± 6.5	70.3 ± 8.2
PAM (mmHg)	83.6 ± 6.5	84.8 ± 8.7
DEU (g.cm ⁻³)	1.016 ± 0.003	1.015 ± 0.005
Massa corporal (kg)	68.8 ± 9.9	69.0 ± 10.1

Os valores representam à média ± DP.

Abreviaturas: VO₂, consumo de oxigénio; QR, quociente respiratório; Ve, ventilação minuto; FC, frequência cardíaca; PAS, pressão arterial sistólica; PAD, pressão arterial diastólica; PAM, pressão arterial média; DEU, densidade específica da urina.

Os dados cardio-respiratórios obtidos durante o esforço máximo foram também semelhantes entre condições (quadro 2).

Quadro 2. Valores de parâmetros fisiológicos obtidos no decurso do esforço máximo após a ingestão de ambos os volumes de água.

	Pós-50 mL	Pós-500 mL
VO _{2máx} (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	44.9 ± 7.8	44.9 ± 7.9
QR _{máx}	1.20 ± 0.06	1.21 ± 0.06
Ve _{máx} (L.min ⁻¹)	101.1 ± 29.8	101.7 ± 29.9
FC _{máx} (bpm)	183.5 ± 9.4	181.8 ± 10.0

Os valores representam à média ± DP.

Abreviaturas: VO_{2máx}, consumo máximo de oxigénio; QR_{máx}, quociente respiratório máximo; Ve_{máx}, ventilação minuto máxima; FC_{máx}, frequência cardíaca máxima.

A figura 2 representa os efeitos decorrentes da ingestão de água ao nível da hemodinâmica de repouso e recuperação.

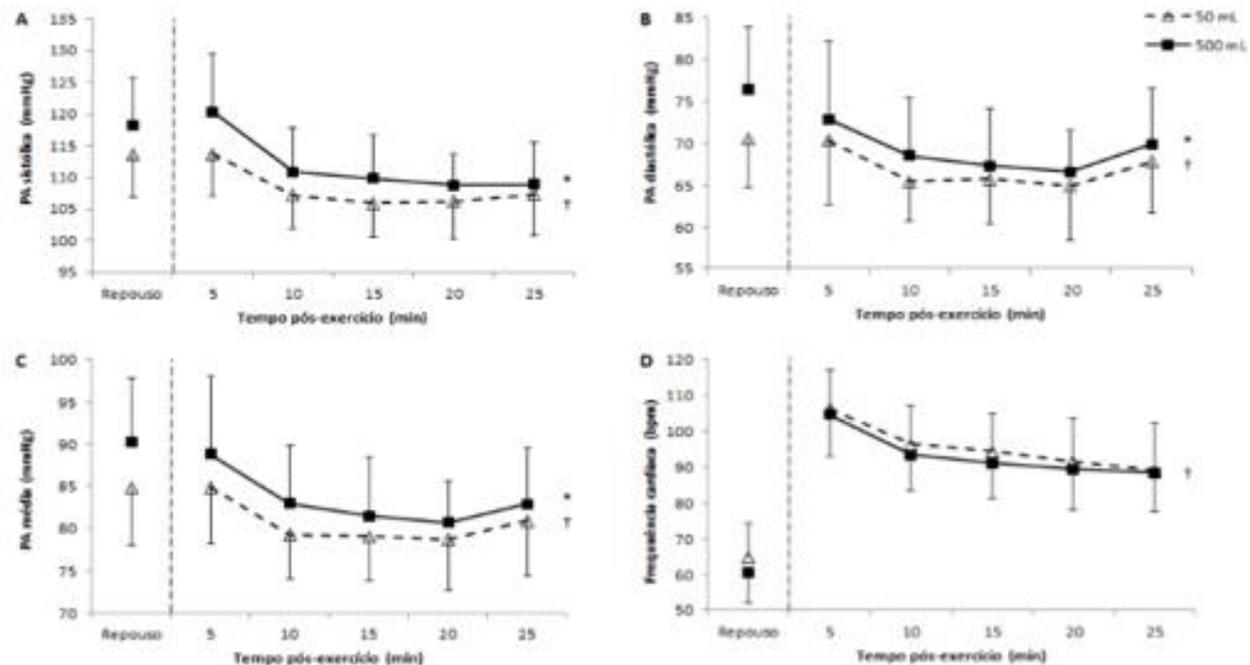


Fig. 2. Variáveis hemodinâmicas obtidas em repouso e durante a recuperação do máximo realizado após a ingestão de 50 e 500 mL de água. (A) Pressão arterial sistólica; (B) pressão arterial diastólica; (C) pressão arterial média; (D) frequência cardíaca. Os valores correspondem à média \pm DP. † Efeito principal de tempo; * efeito principal de condição, $p < 0.05$.

De acordo com esta figura, a ingestão de 500 mL de água resultou num aumento generalizado (transversal ao repouso e recuperação) da PA sistólica, diastólica e média ($p < 0.05$). Em paralelo, verificou-se um decréscimo significativo da frequência cardíaca após a ingestão de 500 mL de água que também foi transversal a ambos os períodos de registo ($p < 0.05$). Obtiveram-se ainda efeitos principais de tempo para a PA sistólica, diastólica, média e frequência cardíaca ($p < 0.05$). A análise univariada de *follow-up* revelou que, enquanto a PA sistólica diminuiu abaixo dos valores de repouso a partir dos 15 min de recuperação ($p < 0.05$), no caso da PA diastólica e média este efeito foi verificável logo aos 10 min pós-esforço máximo ($p < 0.05$). Não se registaram diferenças entre condições para a magnitude deste efeito hipotensor. Em contraste, os valores de frequência cardíaca permaneceram acima dos de repouso ao longo dos 25 min de recuperação.

Tal como é possível verificar na tabela 3 (anexo 5), não se observaram diferenças entre condições na hemodinâmica de reposta ao OA. Mais ainda, o OA não contribuiu para alterações significativas nos valores tensionais registados em repouso. Finalmente, muito embora o OA tenha desencadeado um efeito cronotrópico positivo ($p < 0.05$), a magnitude desta resposta não diferiu entre condições.

Quadro 3. Parâmetros hemodinâmicos obtidos na resposta ao ortostatismo activo durante a recuperação do exercício máximo realizado pós-ingestão de 50 e 500 mL de água.

	Repouso sentado pós-exercício máximo		Ortostatismo activo pós-exercício máximo	
	50 mL	500 mL	50 mL	500 mL
FC (bpm) †	88.0 ± 13.7	87.5 ± 12.4	97.9 ± 17.8	95.8 ± 14.8
PAS (mmHg)	107.5 ± 8.8	107.2 ± 6.6	106.4 ± 8.7	109.2 ± 8.6
PAD (mmHg)	68.1 ± 6.4	70.5 ± 8.4	70.5 ± 8.3	71.4 ± 8.2
PAM (mmHg)	81.2 ± 6.6	82.7 ± 7.2	82.4 ± 8.0	83.9 ± 7.9

Os valores correspondem a media ± DP.

Abreviaturas: FC, frequência cardíaca; PAS, pressão arterial sistólica; PAD, pressão arterial diastólica; PAM, pressão arterial media. † Efeito principal de tempo ($p < 0.05$).

DISCUSSÃO

Este estudo permitiu verificar que, muito embora a ingestão de um bólus de 500 mL de água previamente ao esforço máximo não perturbe a magnitude da HPE, o seu efeito contribui para um aumento generalizado da PA que é extensível do repouso à recuperação. Com igual importância, os resultados obtidos sugerem que a ingestão de água não afecta a resposta hemodinâmica ao OA realizado aos 30 min de recuperação. As conclusões do presente estudo complementam assim a literatura existente neste domínio; que apontam para a supressão da HPE, e paralelo aumento de tolerância ao *stress* gravitacional, durante a recuperação do exercício de intensidade moderada (12, 13). Isto porque foi possível demonstrar que, apesar de desencadear um efeito pressor, a ingestão de água não dissipa a HPE pós-exercício máximo, nem tão pouco contribui para a melhoria do perfil hemodinâmico observável na transição da postura sentada para o ortostatismo activo.

REFERÊNCIAS

1. Halliwill JR, Buck TM, Lacewell AN, Romero SA. Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: what happens after we exercise? *Exp Physiol*. 2013 Jan;98(1):7-18. PubMed PMID: 22872658. Epub 2012/08/09. eng.
2. Kenney MJ, Seals DR. Postexercise hypotension. Key features, mechanisms, and clinical significance. *Hypertension*. 1993 Nov; 22(5):653-64. PubMed PMID: 8225525. Epub 1993/11/01. eng.

3. MacDonald JR. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *J Hum Hypertens*. 2002 Apr; 16(4):225-36. PubMed PMID: 11967715. Epub 2002/04/23. eng.
4. McCord JL, Halliwill JR. H1 and H2 receptors mediate postexercise hyperemia in sedentary and endurance exercise-trained men and women. *J Appl Physiol*. 2006 Dec; 101(6):1693-701. PubMed PMID: 16888049. Epub 2006/08/05. eng.
5. Hagberg JM, Montain SJ, Martin WH, 3rd. Blood pressure and hemodynamic responses after exercise in older hypertensives. *J Appl Physiol*. 1987 Jul; 63(1):270-6. PubMed PMID: 3624130.
6. Raine NM, Cable NT, George KP, Campbell IG. The influence of recovery posture on post-exercise hypotension in normotensive men. *Med Sci Sports Exerc*. 2001 Mar; 33(3):404-12. PubMed PMID: 11252067. Epub 2001/03/17. eng.
7. Chen CY, Bechtold AG, Tabor J, Bonham AC. Exercise reduces GABA synaptic input onto nucleus tractus solitarii baroreceptor second-order neurons via NK1 receptor internalization in spontaneously hypertensive rats. *J Neurosci*. 2009 Mar 4; 29(9):2754-61. PubMed PMID: 19261870. Epub 2009/03/06. eng.
8. Halliwill JR, Taylor JA, Eckberg DL. Impaired sympathetic vascular regulation in humans after acute dynamic exercise. *J Physiol*. 1996 Aug 15; 495 (Pt 1):279-88. PubMed PMID: 8866370. Epub 1996/08/15. eng.
9. Lockwood JM, Wilkins BW, Halliwill JR. H1 receptor-mediated vasodilatation contributes to postexercise hypotension. *J Physiol*. 2005 Mar 1; 563(Pt 2):633-42. PubMed PMID: 15618271. Epub 2004/12/25. eng.
10. Krediet CT, Wilde AA, Wieling W, Halliwill JR. Exercise related syncope, when it's not the heart. *Clin Auton Res*. 2004 Oct; 14 Suppl 1:25-36. PubMed PMID: 15480927.
11. McCord JL, Pellingier TK, Lynn BM, Halliwill JR. Potential benefit from an H1-receptor antagonist on postexercise syncope in the heat. *Med Sci Sports Exerc*. 2008 Nov; 40(11):1953-61. PubMed PMID: 18845973. Epub 2008/10/11. eng.
12. Davis JE, Fortney SM. Effect of fluid ingestion on orthostatic responses following acute exercise. *Int J Sports Med*. 1997 Apr; 18(3):174-8. PubMed PMID: 9187970. Epub 1997/04/01. eng.
13. Endo MY, Kajimoto C, Yamada M, Miura A, Hayashi N, Koga S, et al. Acute effect of oral water intake during exercise on post-exercise hypotension. *Eur J Clin Nutr*. 2012 Nov; 66(11):1208-13. PubMed PMID: 23047713. Epub 2012/10/11. eng.
14. Jordan J, Shannon JR, Black BK, Ali Y, Farley M, Costa F, et al. The pressor response to water drinking in humans: a sympathetic reflex? *Circulation*. 2000 Feb 8; 101(5):504-9. PubMed PMID: 10662747. Epub 2000/02/09. eng.
15. Bjurstedt H, Rosenhamer G, Balldin U, Katkov V. Orthostatic reactions during recovery from exhaustive exercise of short duration. *Acta Physiol Scand*. 1983 Sep; 119(1):25-31. PubMed PMID: 6650203. Epub 1983/09/01. eng.
16. Mendonca GV, Teixeira MS, Heffernan KS, Fernhall B. Chronotropic and pressor effects of water ingestion at rest and in response to incremental dynamic exercise. *Exp Physiol*. 2013 Jun; 98(6):1133-43. PubMed PMID: 23475823.