



Revista de Educação Física

Journal of Physical Education

Home page: www.revistadeeducacaofisica.com



Comentário

Commentary

Estresse Térmico – os efeitos do calor sobre o desempenho físico

Thermal Stress - The Effects of Heat on Physical Performance

Danielli Braga de Mello^{§1} PhD

Recebido em: 21 de dezembro de 2018. Aceito em: 21 de dezembro de 2018.
Publicado online em: 28 de dezembro de 2018.

Resumo

Introdução: A temperatura global vem aumentando ao longo dos anos. Paralelo a isto, vem aumentando cada vez mais o número de praticantes em atividades outdoor. Sendo assim, torna-se essencial entender a fisiologia da termorregulação e os mecanismos de aumento da temperatura central para prever o risco de estresse térmico em ambientes quentes.

Objetivo: O objetivo deste comentário foi refletir sobre os efeitos do calor na saúde e no desempenho físico, bem como apresentar as estratégias de reconhecimento e prevenção das doenças do calor.

Conclusão: O ambiente extremo do calor influencia a saúde e o desempenho e a melhor forma de evitar os agravos à saúde e as doenças associadas à prática de exercício físico em ambientes de altas temperaturas climáticas é utilizar as estratégias de reconhecimento e prevenção.

Palavras-chave: regulação da temperatura corporal, calor, exercício, saúde.

Abstract

Introduction: Global temperature has been increasing over the years. Parallel to this, the number of practitioners in outdoor activities has been increasing. Therefore, it is essential to understand the physiology of thermoregulation and the mechanisms of central temperature increase to predict the risk of thermal stress in hot environments.

Objective: The purpose of this review was to reflect on the effects of heat on health and physical performance, as well as to present strategies for the recognition and prevention of heat illness.

Conclusion: The extreme heat environment influences health and physical performance and the best way to avoid health problems and diseases associated with physical exercise in high temperature environments is to use recognition and prevention strategies.

Keywords: regulation of body temperature, heat, exercise, health.

Pontos-Chave Destaque

- O exercício associado ao calor ao induz ao estresse fisiológico; o exercício intenso associado ao calor aumenta o risco de doenças do calor (heat illness); e o exercício prolongado associado ao calor aumenta o risco de colapso pelo calor (heat stroke).
- O desempenho em exercício prolongado é reduzido no calor.
- Controlar a temperatura central é essencial para prever o risco de estresse térmico em ambientes quentes tanto para a prática de exercícios quanto para atividades laborais e militares.

[§] Autor correspondente: Danielli Mello – e-mail: danielli.mello@gmail.com

Afiliações:¹Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx/RJ/Brasil).

Estresse Térmico – os efeitos do calor sobre o desempenho físico

A temperatura global vem aumentando ao longo dos anos. *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) vem monitorando as mudanças climáticas e o aquecimento global desde 1880. Os registros demonstram que 17 dos 18 anos mais quentes da história ocorreram a partir do ano de 2001(1). Paralelo a isto, vem aumentando cada vez mais o número de praticantes em atividades ao ar livre (*outdoor*).

O ambiente térmico consiste na combinação de temperatura, velocidade e umidade relativa do ar, e radiação solar que influenciam na temperatura da pele por meio da troca de calor pela condução, convecção, evaporação e radiação(2). A evaporação do suor da superfície da pele é a maior via de perda de calor para manter o equilíbrio térmico durante o estresse térmico(3).

Existem dois mecanismos em que a temperatura absoluta e relativa muda induzida pela percepção da umidade: por meio do contato direto com um líquido, que provoca uma mudança na temperatura da pele, e pela evaporação do líquido da pele (levando ao resfriamento da pele). Essas diferenças na percepção de umidade relacionadas diretamente à termorrecepção (4). Sendo assim, entender os fatores que definem a capacidade máxima de perda de calor por evaporação e a produção metabólica de calor que pode ser fisiologicamente compensada antes que ocorram elevações não controladas da temperatura central é essencial para prever o risco de estresse térmico em ambientes quentes em indivíduos fisicamente ativos, incluindo trabalhadores em atividades laborais, atletas e militares(3).

O objetivo deste comentário foi refletir sobre os efeitos do calor na saúde e no desempenho físico, bem como apresentar as estratégias de reconhecimento e prevenção das doenças do calor.

Exercício no calor

Está bem estabelecido na literatura que o desempenho em exercício prolongado torna-se reduzido no calor. Embora esse declínio esteja relacionado, principalmente, ao desenvolvimento progressivo do estresse

Keypoints

- *Exercise associated with heat induces physiological stress; intense exercise associated with heat increases the risk of heat illness; and prolonged exercise associated with heat increases the risk of heat stroke.*
- *Prolonged exercise performance is reduced in heat.*
- *Controlling core temperature is essential to preclude the risk of heat stress in hot environments for both exercise and work and military activities.*

térmico e cardiovascular, também foi postulado que a taxa de trabalho reduz-se de forma antecipatória pelo indivíduo, a fim de evitar aumentos excessivos no armazenamento de calor corporal e hipertermia(5).

O estresse térmico leva ao início prematuro de fadiga por hipertermia no exercício, relacionados a: alterações nas respostas neurais reduzidas, débito cardíaco restrito, alterações nos neurotransmissores dopamina, noradrenalina, serotonina; aumento da temperatura do sistema nervoso central, alterações periféricas que afetam o músculo esquelético, além de fatores que influenciam a motivação e o esforço percebido. No entanto, muitos dos fatores que contribuem para o desenvolvimento da fadiga estão relacionados a intensidade, modo e duração do exercício(6).

O exercício no calor relaciona-se a um maior esforço cardiovascular devido à menor quantidade de sangue nos ventrículos na fase diastólica, levando a um aumento da frequência cardíaca para manutenção do débito cardíaco. Esse redirecionamento do fluxo sanguíneo visceral para pele e músculos, durante o exercício, em determinadas circunstâncias, contribui ao desenvolvimento de doenças ocasionadas pelo calor(7, 8).

Um outro fator inicial que contribui para o desenvolvimento das doenças do calor é a

desidratação, que é influenciada pelo excesso de perda de suor, ingestão inadequada de líquidos, vômitos, diarreia, certos medicamentos e álcool. A hidratação adequada reduz o esforço cardiovascular, fadiga e temperatura corporal central durante o exercício, além de melhorar o desempenho e funcionamento cognitivo(9, 10).

A termorregulação é afetada pelo meio ambiente e pelo nível de desidratação. Quando a temperatura do ar ultrapassa 36°C, ocorre a inversão do gradiente para troca de calor, ou seja, o corpo ganha calor pela radiação e convecção ao invés de perdê-lo, levando a hipertermia(12).

O treinamento intenso composto de várias séries de atividade física intensa, no mesmo dia, associados ao calor ambiental, predis põem a doenças provocadas pelo esforço ao calor (exertional heat illness EHI) ou a doenças mais graves e frequentemente fatais, como o colapso pelo calor (*exertional heat stroke* (EHS). Os sintomas evoluem de náuseas, dor de cabeça, câimbras, tontura e fadiga precoce até confusão mental e colapso que leva a morte. Os quadros mais graves de exaustão, lesão hepática, renais, musculares e, por fim, o colapso ocorrem quando a temperatura central (*core temperature*) ultrapassa 40.5°C (105°F)(11).

As taxas de morbidade e mortalidade por doenças do calor em atividades ocupacionais vem aumentando bruscamente na última década, chamando a atenção do Centers for Disease Control and Prevention (CDC)(13). E mesmo atletas altamente treinados não estão imunes ao efeitos da hipertermia e desidratação(14).

Reconhecimento e Prevenção

Algumas estratégias para reconhecimento e prevenção das doenças relacionadas ao calor são as seguintes:

Fatores de risco ambientais

Controlar a temperatura ambiente e umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação do sol. Utilizar o Índice de Estresse Térmico WBGT (Wet Bulb Globe Temperature)(15) e a bandeiras em diferentes cores para identificar o risco da realização de prática de exercício no calor(16-18). Usar as escalas subjetivas de percepção ambiental (sensação térmica,

conforto térmico, umidade na pele)(19, 20) e de percepção subjetiva de esforço(21).

Fatores de risco individuais

Atentar para o nível de desidratação, roupas inadequadas, distúrbios no sono, falta de aclimação ao calor, IMC (Índice de Massa Corporal) elevado, baixos níveis de aptidão física, alguma condição médica subjacente(8,11,16).

Aclimação

A fim de melhorar as percepções de conforto térmico, assim como o desempenho aeróbio máximo e submáximo, do exercício ambientes quentes. Existem vários protocolos de aclimação ao calor a fim de minimizar os riscos fisiológicos encontrados durante o exercício prolongado no calor (22).

Resfriamento ativo

Tem a finalidade de retornar a temperatura corporal entre o intervalo de séries de exercícios no calor, a fim de manter o desempenho, diminuir o estresse fisiológico e prolongar o tempo de exercício. Podem ser utilizados ventiladores, imersão das mãos em água fria, coletes de gelo ou imersões de água gelada após treinamento e durante a competição como um auxílio de recuperação. Especialmente em relação a crioterapia, não existe consenso na literatura científica devido a falta de controles adequados e medidas de temperatura muscular, além da ampla variedade de protocolos de exercício realizados(8).

Hidratação

A fim de reduzir o risco de super-hidratação e de hiponatremia no exercício prolongado: deve-se beber de 400 a 600 ml de líquido 2 a 3 h antes do exercício; beber de 150 a 300 ml de líquido cerca de 30 min antes do exercício; no máximo 1.000 ml/h de água potável ao longo de intervalos de 15 min durante ou após o exercício; acrescentar uma pequena quantidade de sódio aproximadamente ¼ a ½ colher de chá para 900 ml) ao líquido ingerido; não restringir o sal na dieta; incluir alguma glicose na bebida de reidratação (de 5 a 8% de solução) para facilitar a captação intestinal de água(23, 24). Utilizar também estratégias de identificação do nível de desidratação como: questionários, pesagem corporal antes e após o

exercício, escala de coloração de urina, refratômetro para análise da densidade e temperatura da urina(11, 25, 26).

Conclusão

Pode-se concluir que o exercício associado ao calor ao induz ao estresse fisiológico, o exercício intenso associado ao calor aumenta o risco de doenças do calor (*heat illness*) e o exercício prolongado associado ao calor aumenta o risco de colapso pelo calor (*heat stroke*). Portanto, o ambiente extremo do calor influencia na saúde e no desempenho. E a melhor forma de evitar as consequências e o tratamento das doenças do calor é utilizar as estratégias de prevenção e reconhecimento.

Agradecimentos

Ao Department of Sports and Exercise Science, Extreme Environments Laboratory, University of Portsmouth, UK.

Declaração de financiamento

Programa de Ciências Sem Fronteiras Bolsa de Pós-doutorado no Exterior – PDE (CNPq) em parceria com o Exército Brasileiro.

Referências

1. NASA's Goddard Institute for Space Studies. *Global temperature*. 2018 [cited 2018 12.18]; Available from: <https://climate.nasa.gov/>.
2. Guéritée J, Tipton MJ. The relationship between radiant heat, air temperature and thermal comfort at rest and exercise. *Physiology & Behavior*. [Online] 2015;139: 378–385. Available from: doi:10.1016/j.physbeh.2014.11.064
3. Ravanelli N, Coombs GB, Imbeault P, Jay O. Maximum Skin Wettedness after Aerobic Training with and without Heat Acclimation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. [Online] 2018;50(2): 299–307. Available from: doi:10.1249/MSS.0000000000001439
4. Ackerley R, Olausson H, Wessberg J, McGlone F. Wetness perception across body sites. *Neuroscience Letters*. [Online] 2012;522(1): 73–77. Available from: doi:10.1016/j.neulet.2012.06.020
5. Friesen BJ, Périard JD, Poirier MP, Lauzon M, Blondin DP, Haman F, et al. Work Rate during Self-paced Exercise is not Mediated by the Rate of Heat Storage. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. [Online] 2018;50(1): 159–168. Available from: doi:10.1249/MSS.0000000000001421
6. Robertson CV, Marino FE. Cerebral responses to exercise and the influence of heat stress in human fatigue. *Journal of Thermal Biology*. [Online] 2017;63: 10–15. Available from: doi:10.1016/j.jtherbio.2016.10.001
7. Maidment G, Tipton M. Human physiology in the thermal environment. In: Gradwell R, editor. *Ernsting's Aviation and Space Medicine*. 5 ed. Florida: CRC Press; 2016. p. 189-97.
8. Tipton M. Extreme temperature sport and exercise medicine. In: Whyte G, Loosemore M, Williams C, editors. *ABC of Sports and Exercise Medicine*. 4 ed. New Jersey: JohncWiley & Sons; 2015. p. 67-75.
9. Hubbard R, Armstrong L. The heat illnesses: biochemical, ultrastructural, and fluid-electrolyte considerations. In: Pandolf K, Sawka, Gonzalez R, editors. *Human performance physiology and environmental medicine at terrestrial extremes*. Indianapolis: Benchmark Press; 1988. p. 305-59.
10. Wittbrodt MT, Millard-Stafford M. Dehydration Impairs Cognitive Performance: A Meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. [Online] 2018;50(11): 2360–2368. Available from: doi:10.1249/MSS.0000000000001682
11. Casa DJ, DeMartini JK, Bergeron MF, Csillan D, Eichner ER, Lopez RM, et al. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Exertional Heat Illnesses. *Journal of Athletic Training*. [Online] 2015;50(9): 986–1000. Available from: doi:10.4085/1062-6050-50.9.07
12. Wendt D, van Loon LJC, Lichtenbelt WD van M. Thermoregulation during exercise in the heat: strategies for maintaining health and performance. *Sports Medicine*

- (Auckland, N.Z.). [Online] 2007;37(8): 669–682. Available from: doi:10.2165/00007256-200737080-00002
13. Tustin AW. Evaluation of Occupational Exposure Limits for Heat Stress in Outdoor Workers — United States, 2011–2016. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*. [Online] 2018;67. Available from: doi:10.15585/mmwr.mm6726a1 [Accessed: 29th December 2018]
 14. Sparling PB. Expected environmental conditions for the 1996 Summer Olympic Games in Atlanta. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*. 1995;5(4): 220–222.
 15. Brocherie F, Millet GP. Is the Wet-Bulb Globe Temperature (WBGT) Index Relevant for Exercise in the Heat? *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*. [Online] 2015;45(11): 1619–1621. Available from: doi:10.1007/s40279-015-0386-8
 16. American College of Sports Medicine, Armstrong LE, Casa DJ, Millard-Stafford M, Moran DS, Pyne SW, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exertional heat illness during training and competition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. [Online] 2007;39(3): 556–572. Available from: doi:10.1249/MSS.0b013e31802fa199
 17. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. [Online] 2011;43(7): 1334–1359. Available from: doi:10.1249/MSS.0b013e318213feff
 18. American College of Sports Medicine. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Tenth edition. Philadelphia: LWW; 2017. 480 p.
 19. Leon GR, Koscheyev VS, Stone EA. Visual analog scales for assessment of thermal perception in different environments. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2008;79(8): 784–786.
 20. Frank SM, Raja SN, Bulcao CF, Goldstein DS. Relative contribution of core and cutaneous temperatures to thermal comfort and autonomic responses in humans. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.: 1985). [Online] 1999;86(5): 1588–1593. Available from: doi:10.1152/jappl.1999.86.5.1588
 21. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1982;14(5): 377–381.
 22. Costello JT, Rendell RA, Furber M, Massey HC, Tipton MJ, Young JS, et al. Effects of acute or chronic heat exposure, exercise and dehydration on plasma cortisol, IL-6 and CRP levels in trained males. *Cytokine*. [Online] 2018;110: 277–283. Available from: doi:10.1016/j.cyto.2018.01.018
 23. Katch FI, Katch VL, McArdle WD. *Fisiologia do Exercício - Nutrição, Energia e Desempenho Humano*. Edição: 1a. Rio de Janeiro, RJ. Guanabara Koogan; 2016.
 24. American College of Sports Medicine, Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. [Online] 2007;39(2): 377–390. Available from: doi:10.1249/mss.0b013e31802ca597
 25. Shirreffs SM. Markers of hydration status. *European Journal of Clinical Nutrition*. [Online] 2003;57 Suppl 2: S6-9. Available from: doi:10.1038/sj.ejcn.1601895
 26. Howe AS, Boden BP. Heat-related illness in athletes. *The American Journal of Sports Medicine*. [Online] 2007;35(8): 1384–1395. Available from: doi:10.1177/0363546507305013