
Altas temperaturas

Nelson Kautzner Marques Junior

Mestrando em Ciência da Motricidade Humana - UCB – Rio de Janeiro

Linha de pesquisa: Estudos dos Mecanismos e Processos de Aquisição de Condutas Motoras

Endereço para correspondência

Rua 5 – Lote 12 – Quadra D – Loteamento Jardim Fluminense

Itaipu – Niterói – RJ – Brasil

CEP: 24344-080

Tel. Oxx (21) 2609-7904

E-mail: nk-junior@uol.com.br

Resumo

Os objetivo da revisão foi explicar sobre as altas temperaturas. Esta revisão foi dividida em quatro fases possuindo o conteúdo da fisiologia das altas temperaturas, vestimenta para o calor, aclimatação e reposição hídrica. Conclui-se que este estudo é importante para diversos profissionais da Educação Física.

Palavras-chave: Calor, exercício, treino, altas temperaturas.

Abstract

The objective of the review was teaches about heat. The review has four phases: physiology of the high temperatures, clothes for heat, acclimatization and fluid replacement. In conclusion, this review is important for more physical education teacher.

Keywords: Heat, exercise, training, high temperatures.

Introdução

A prática de exercício em altas temperaturas é comum num clima tropical como o do Brasil. É interessante aos professores conhecerem os acontecimentos fisiológicos que ocorrem no ser humano que faz atividade física ou desporto em altas temperaturas para prescrever o treinamento adequado e tomar medidas de segurança em relação ao aluno. Uma das medidas indicadas no calor é a reposição hídrica e a aclimatação que reduzem o estresse provocado pelo calor. Apesar dos riscos que as altas temperaturas causam, ainda continua a prática desportiva em altas

temperaturas no horário do almoço porque é um dos momentos que as emissoras conseguem mais público (MARINS, 1998a). Isto é um absurdo, mas é rotineiro no mundo desportivo (MARQUES JUNIOR, 2002).

Logo esta revisão é de extrema importância para qualquer profissional que vai trabalhar seu aluno ou atleta em temperaturas elevadas porque este estudo tem o intuito de explicar os aspectos fisiológicos, a reposição hídrica, a vestimenta e a aclimatação para facilitar o professor no trabalho do dia-a-dia. Entretanto, são poucas obras que abordam um assunto tão amplo em um artigo (KIEMLER *et alli*, 1999; POWERS & HOWLEY, 2000). Mas este artigo vai tratar desses temas para o professor conseguir trabalhar e adquirir um rápido conhecimento sobre as altas temperaturas.

O objetivo da revisão foi explicar sobre as altas temperaturas.

Fisiologia das altas temperaturas e condições ambientais

Os seres humanos são homeotermos porque mantêm a temperatura corporal constante através da perda e produção de calor. A flutuação da temperatura corporal é de no máximo 1,0°C ocorre no frio ou no calor. A temperatura corporal é subdividida em temperatura corporal em interna (temperatura central) e externa (temperatura cutânea). A temperatura central pode ser registrada no reto, no ouvido ou no esôfago, ficando em torno de 36,6 a 37°C, a temperatura cutânea varia de 32 a 35,5°C.

No sistema nervoso central (SNC) localiza-se o centro termorregulador, composto pelo hipotálamo que controla a perda de calor, localizado na sua região anterior e outro para produção de calor, fica posteriormente, e quando necessário aumenta o calor corporal (GUYTON, 1988). Os receptores térmicos sensíveis ao calor e ao frio ficam no hipotálamo do cérebro (receptores centrais) e na pele (receptores periféricos) que estão ligados ao córtex. Esses receptores enviam estímulos térmicos de calor ou frio para o centro termorregulador. Para Marins (1998) no rosto dos seres humanos encontra-se grande quantidade de receptores térmicos, favorecendo a sensibilidade do rosto ao estresse térmico, por isso que os corredores de fundo costumam refrescar o rosto com água. Os efetores térmicos retransmitem as ordens do hipotálamo para aquecer ou esfriar a temperatura corporal. Esses efetores térmicos são formados pelos músculos esqueléticos e lisos das arteríolas; as glândulas sudoríparas e endócrinas atuam no aumento e na diminuição da perda de calor. O aumento da temperatura central dos valores ideais desencadeia uma série de reações fisiológicas comandadas pelo hipotálamo, estimulando as glândulas sudoríparas

elevarem a sudorese e ativando a vasodilatação cutânea, que aumenta o fluxo sanguíneo e provoca uma maior dissipação de calor. A secreção da sudorese é importante na refrigeração do corpo. A termorregulação permite ao ser humano evitar o superaquecimento através de mecanismos de perda e ganho de calor. A seguir são explicados os mecanismos da termorregulação:

a) Convecção: É a transferência de calor de um lugar para outro. A perda de calor por convecção ocorre principalmente nas extremidades corporais. A temperatura do ar, o contato corporal na água e outros são responsáveis pela quantidade de calor perdido. A convecção ocorre também quando o sangue leva calor dos músculos para o centro e, a seguir, para a pele. Esse mecanismo da termorregulação é responsável por 10 a 20% da perda de calor.

b) Condução: A condução permite uma redução de calor em torno de 10 a 20% na termorregulação. Acontece a transferência do calor de um corpo para outro mais frio pelo contato físico. A condução ocorre no líquido, sólido ou na molécula do gás para outra.

c) Radiação: É a transferência de calor entre dois objetos através de ondas eletromagnéticas. Lembrando que as moléculas não precisam ter contato para passar o calor. Geralmente a perda de calor pela radiação predomina na condição de repouso. Menezes (2001) informou que a Associação Internacional de Diretores Médicos de Maratona aconselha que a maratona seja realizada nas primeiras horas da manhã, por causa da menor radiação do asfalto e menor poluição. A radiação ocasiona 60% de perda de calor.

d) Evaporação: A evaporação reduz em 20% o calor corpóreo. A evaporação provoca a maior perda de calor durante a atividade física. O primeiro passo para que ocorra a evaporação corresponde à produção do suor na pele; a evaporação do suor irá propiciar um esfriamento da pele e, por conseguinte, acelerar a queda da temperatura central.

Marins (1998) expõe na tabela 1 os mecanismos termorreguladores mais atuantes de acordo com a temperatura:

Temperatura	Perda de Calor
10°C	Predomina a radiação e a condução.
30°C	Diminui a convecção e a radiação. A evaporação predomina.
35°C	Predomina a evaporação.
37°C	Somente a evaporação.

Tabela 1: Temperatura e perda de calor de acordo com o mecanismo termorregulador.

Em climas quentes a frequência cardíaca (FC) e o débito cardíaco (Q: quantidade de sangue bombeado pelo miocárdio por minuto) são elevados com o indivíduo em repouso e os vasos sanguíneos se dilatam para escoar o sangue quente para a superfície corporal. Esse Q passará através da pele e propiciará uma melhor condutância térmica dos tecidos periféricos principalmente pelas mãos, face, antebraço, orelhas e nas pernas, o calor é dissipado por radiação para o meio ambiente. No exercício nas altas temperaturas ocorre aumento da FC e do Q e eleva-se a temperatura corporal. Para Pandolf (1991) o Q e a diferença arteriovenosa de oxigênio (O₂) não se alteram, e o volume de ejeção (VE: sangue bombeado pelos ventrículos por minuto) é mais baixo por causa do déficit líquido proporcionando pelo exercício. O mesmo autor escreve (1991) escreve que cada 1% do aumento do déficit líquido eleva a FC para 6 batimentos por minuto. A solução para uma menor FC é através da boa ingestão de água ou de outro). Mas segundo Nadel (1996) a maior resposta da FC é causada pela redução do volume de sangue, resultando num maior bombeamento sanguíneo do miocárdio para transportar oxigênio aos tecidos. Fox *et alli.* (1991) escrevem que os principais ajustes circulatórios em altas temperaturas são:

- (1) É necessário um grande fluxo sanguíneo através dos músculos ativos para permitir o aumento na permuta (troca) respiratória de O₂ e dióxido de carbono (CO₂) e para carrear (eliminar) a maior quantidade de calor aí produzida; e (2) como indicamos previamente, é também necessário um grande fluxo sanguíneo cutâneo para esfriar o sangue e fornecer água às glândulas sudoríparas (p. 348).

O consumo máximo de oxigênio (VO_{2máx}) e o Q máximo são deteriorados durante a atividade física nas elevadas temperaturas, nem a maior FC é capaz de

compensar ao menor VE. No calor também acontece maior acúmulo de lactato devido uma degradação mais intensa do glicogênio muscular pela via glicolítica. Starkie *et alii*. (1999) explicaram que a prática do exercício em clima quente resulta no aumento da glicogenólise, é a degradação do glicogênio em glicose, e ocorre maior acúmulo de lactato ([La]). No frio, o pico de concentração do [La] é retardado. Alguns autores informam os motivos do [La] precoce:

Presume-se que seja o fluxo sangüíneo aumentado da pele em detrimento do incremento do fluxo sangüíneo da musculatura em atividade (HOLLMANN & HETTINGER, 1989, p. 527).

(a) Redução da circulação muscular, diminuindo o transporte de O₂ até as células musculares, ou seja, dificultando o processo de troca gasosa de O₂; e (b) redução da perfusão sangüínea do fígado, fazendo com que este diminua sua capacidade de captação e metabolização do [La] formado (MARINS, 1996, p. 28).

A prática do exercício em temperaturas elevadas acarreta outros ajustes cardiovasculares. A pressão arterial (PA) diminui, reduz o volume sistólico (o ventrículo contrai e ejeta o sangue), a resistência diminui e outros. Nos ajustes circulatórios observa-se uma vasodilatação arterial (o diâmetro do vaso sangüíneo aumenta) e ocorre vasoconstrição no fígado, rins e músculos, essa vasoconstrição permite que a PA mantenha-se em valores normais. Outro ocorrido do calor é a diminuição do volume plasmático proveniente do suor. Wilmore & Costill (2001) explicam que o suor é composto por líquidos do plasma, o sódio (Na⁺) e o cloro (Cl⁻). E o hormônio antidiurético, a aldosterona (ADH), faz uma reabsorção maior de Na⁺ e de Cl⁻, maior em treinados do que em destreinados, objetivando diminuir a concentração, principalmente de Na⁺, e manter os eletrólitos. Mas não existem mecanismos que conservem o potássio (K⁺), cálcio, magnésio (Mg⁺⁺) etc (...), ou seja, os eletrólitos.

O ideal para tomar banho após o treino em altas temperaturas que o praticante espere as glândulas sudoríparas retornarem sua atividade de repouso. Por isso que quando a pessoa toma banho imediatamente após o esforço físico, continua a suar exageradamente e a evaporação se processa com dificuldade porque o indivíduo não está em atividade física e a sudorese é similar a de treino. Segundo o *American College of Sports Medicine* (1987), a tabela dois indica o melhor momento para o exercício no calor:

Estresse Térmico	Temperatura
Baixo Risco	abaixo de 10°C
Baixo Risco	abaixo de 18°C
Risco Moderado	18 a 23°C
Alto Risco	23 a 28°C

Tabela 2: Estresse térmico e temperatura.

Outro aspecto que merece atenção no calor é a umidade relativa do ar (URA). Holanda & Moreira (1998) mostraram estes valores para o exercício ter mais segurança:

Classificação	Temperatura	URA	Recomendação
Fácil	12 a 20°C	50 a 75%	Treinar ou competir no máximo desempenho atlético.
Difícil	21 a 28°C	75 a 90%	Beber bastante água e atenuar o ritmo competitivo. Risco de intermação.
Muito Difícil	acima de 28°C	acima de 90%	<i>Performance</i> prejudicada e fazer boa ingestão de líquido. Grande possibilidade de intermação.

Tabela 3: Procedimentos para o treino em altas temperaturas.

A umidade é um dos “estresses” do meio ambiente ao praticante do exercício. A umidade alta dificulta a evaporação porque o ar está repleto de água e complica o esfriamento corporal. Na umidade alta indica-se lavar a pele com esponja para retirar os resíduos de sais minerais prejudiciais à evaporação. Enquanto que o suor é facilmente evaporado na umidade baixa que permite o equilíbrio térmico por causa da perda de calor.

Roupa para o calor

A roupa para as altas temperaturas deve ser leve e ventilada para o calor ser melhor dissipado. O vestuário folgado propicia a circulação do ar entre a pele e o meio ambiente, gerando a evaporação a partir da pele. No clima quente e de umidade alta devemos usar o mínimo de roupa possível porque a temperatura ambiente é menor do que a pele. Quando a umidade é baixa no calor recomenda-se a vestimenta com

boa evaporação. Pandolf (1991) afirmou que a roupa de nylon é ideal porque “acelera” a evaporação. O uso do boné é contra-indicado, o ideal é a viseira para dissiparmos melhor calor pela cabeça. Rodrigues (2000) ensinou em seu curso que o voleibol atual usa camisa curta porque facilita dissipar o calor, os americanos nos anos 80 sempre usaram uniforme de manga curta, mas só a partir dos anos 90 que a maioria das seleções “adotaram” esse benefício. Lembrando que o uso da manga comprida tem uma explicação: facilita o passe de manchete e amortece o impacto da bola na defesa de manchete. A roupa em altas temperaturas deve ser clara porque reflete os raios solares. E o vestuário úmido possibilita melhor perda de calor. Menezes (2001) recomendou aos maratonistas o uso de vaselina no tórax e nas axilas para reduzir as assaduras.

Aclimação às temperaturas elevadas

A aclimação ao calor consiste de repetidas exposições às altas temperaturas com o objetivo de tolerarmos as condições estressantes do meio ambiente. As pessoas treinadas se aclimatam mais rápido às altas temperaturas. O motivo parece estar associado a maior intensidade das sessões que ocasionam temperaturas retais próximo de 40°C e resulta num aprimoramento dos ajustes circulatórios e da sudorese nas altas temperaturas. A aclimação ao calor é mantida por várias semanas após a exposição às temperaturas elevadas, mas tende ser deteriorada se o indivíduo passar alguns dias longe desses locais.

A transpiração mais precoce é um dos ajustes fisiológicos ocorridos da aclimação, essa elevada produção de sudorese resulta em maior evaporação. A sudorese é em maior quantidade porque é elevado o número de glândulas sudoríparas ativas. No suor ocorre uma diminuição de 0,3 para 0,03% de eletrólitos, principalmente de cloreto de sódio (NaCl). A diminuição do NaCl no suor facilita a evaporação, recomenda-se em provas de endurance o uso de esponjas na pele para retirar o NaCl do corpo com o objetivo de dissipar melhor o calor pela evaporação. A elevada evaporação ocasiona boa demanda sangüínea para os músculos em exercício.

Para Powers & Howley (2000) no período da aclimação ocorre diminuição da demanda sangüínea para os vasos cutâneos. Enquanto que McArdle et al. (1998) afirmam que os vasos cutâneos recebem grande fluxo de sangue e a transferência de calor é facilitada do centro para a periferia. Embora Pandolf (1991) afirme que o

aumento do volume plasmático possibilita uma maior taxa de sudorese, a redução da FC e a menor temperatura central. Desencadeando um melhor refluxo venoso para o miocárdio, decorrente do aumento do tônus venoso.

A menor FC reduz o VE, o Q permanece constante e o volume sistólico também se mantém por causa do maior volume plasmático. Essa menor FC proporciona melhor desempenho atlético do desportista. O Q constante mantém a PA bem regulada. Os outros ajustes fisiológicos decorrentes da aclimação as temperaturas elevadas são: a menor depleção do glicogênio decorrente da redução plasmática de adrenalina, a ingestão de água é mais precoce devido o aumento da sensação de sede, vasodilatação precoce da pele, maior tolerância ao calor e alteração no combustível utilizado no esforço muscular. Os valores indicados para a aclimação foram expostos na tabela 6:

Tempo de Aclimação	Frequência Semanal	Tempo das Primeiras Sessões	Horas de Treino para Aclimação
10 a 14 dias	2 a 4 dias	15' a 1h	1h30 a 4h

Tabela 6: Valores indicados para aclimação.

Seguindo as informações desse capítulo o professor conseguirá perfeita aclimação, indicando que as sessões mais intensas sejam praticadas no período mais fresco do verão, de manhã bem cedo ou à noite.

Reposição hídrica no calor

Pessoas sedentárias necessitam 2 litros de água por dia, em clima temperado, em temperaturas altas e úmidas a ingestão de líquido deve ser de 4 a 6 litros. Atletas devem beber 15 a 18 litros de líquido por dia quando treinam de 2 a 3 horas no calor. Mais de 5% da redução do peso corporal decorrente da redução hídrica prejudica a capacidade física em 30%. A redução hídrica de 1 a 3% do peso corporal não prejudica a força, mas perdas iguais ou superiores a 6% em desportos com duração acima de 30 segundos e de potência muscular, por exemplo, boxe, voleibol e outros, a força pode decrescer. A potência aeróbia pode declinar com uma desidratação de 5% do peso corporal. A explica que a perda hídrica é maior em exercícios predominantemente aeróbios.

Hollmann & Hettinger (1989) recomendam que o atleta ingira água à vontade e a reposição hídrica merece ser efetuada independentemente da necessidade da sede. Oliveira (1997) mostrou no quadro um a atuação de alguns líquidos no organismo:

Líquido	Ação e Indicação
Suco de fruta	O corpo leva mais tempo para absorvê-lo por causa dos vários elementos que o compõem.
Água de coco	Indicado para atividade moderadas. É pobre em sódio, que é muito eliminado na transpiração, requerendo assim uma complementação com outras soluções.
Água	É o reidratante natural, principalmente quando a atividade não é muito longa nem muito intensa, onde não ocorre muito perda de peso.

Quadro 1: Ação dos líquidos.

A ingestão de líquido permite ao exercitante a sensação fisiológica de menor sobrecarga no treino, reduzindo até a agressividade do indivíduo. Lembrando que a cafeína presente no álcool, refrigerante e outros não é uma bebida indicada porque acelera o processo de desidratação devido a constante eliminação da urina. A reposição hídrica foi indicada na tabela sete:

Antes do exercício			Durante o exercício			Após o exercício		
Quantidade	Temperatura	Tempo	Quant.	Temp.	Tempo	Quant.	Temp.	Tempo
400 a 500 ml (1 a 3 copos)	5 a 15°C	2 h antes	150	5	15	Líquido à 5 vontade a 15°C		
		e/ou	a	a	a			
400 a 500 ml (1 a 2 copos)		15 min. antes	250 ml	15°C	20 min.			

Tabela 7: Indicação para hidratação no calor.

Seguindo esses conselhos e praticando o cálculo indicado a seguir o praticante do exercício vai conseguir boa hidratação no calor. A equação a seguir é um meio de evitar a desidratação:

Taxa de Sudorese = peso antes do treino – peso após o treino + líquido ingerido – eliminação de urina ÷ tempo do exercício = ? ml/min

Pese regularmente, se perdeu 4 Kg. o déficit hídrico é de 4000 ml.

Conclusões

O conhecimento sobre a fisiologia, vestimenta, aclimatação e reposição hídrica é uma das melhores maneiras para a prática segura do exercício no calor. Espera-se que essa revisão venha ajudar professores, técnicos e outros na prescrição do exercício.

Referências Bibliográficas

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. *Position stand on the prevention of thermal injuries during distance running. **Medicine and Science in Sports and Exercise***, v. 19, n. 5, p. 3 e 4, 1987.

FOX, E. L., BOWERS, R. W. & FOSS, M. L. **Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

GUYTON, A. C. **Fisiologia Humana**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

HOLANDA, S. G.; MOREIRA, S. B. Equações aplicáveis ao cálculo do desempenho de corredores de 1000 metros em diferentes condições climáticas. ***Motus Corporis***, v. 5, n. 1, p. 135-144, 1998.

HOLLMANN, W.; HETTINGER, Th. **Medicina de Esporte**. São Paulo: Manole, 1989.

KIEMLER, S.; WILK, B.; SCHURER, W.; WILSON, W. M.; BAR-OR, O. *Preventing dehydration in children with cystic fibrosis who exercise in the heat. **Medicine and Science in Sports and Exercise***, v. 31, n. 6, p. 778-782, 1999.

MARINS, J. C. B. Exercício físico e calor – implicações fisiológicas e procedimentos de hidratação. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 1, n. 3, p. 26-36, 1996.

_____. Mecanismos físicos de perda de calor e fatores associados relacionados ao exercício. **Revista Mineira de Educação Física**, v. 6, n. 2, p. 5-16, 1998.

MARQUES JUNIOR, N. K. Uma preparação desportiva para o voleibol. **Revista Mineira de Educação Física**, v. 10, n. 2, p. 49-73, 2002.

McARDLE, W. D., KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

MENEZES, P. A. L. Aspectos médicos da maratona. **8º Curso de Atualização em Medicina Desportiva**. Sociedade de Medicina Desportiva do Rio de Janeiro, 2001.

NADEL, E. R. Novas idéias para a reidratação durante e após os exercícios no calor. **Gatorade Sports Science Exchange**, s.v., n. 7, p. 1-4, 1996.

PANDOLF, K. B. Importância dos fatores ambientais para a prova de esforço e prescrição de exercícios. *In*: SKINNER, T. (edit.). **Prova de esforço e prescrição de exercício para casos específicos**. Rio de Janeiro: Revinter, 1991.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do Exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. São Paulo: Manole, 2000.

RODRIGUES, Y. T. Primeiros socorros em medicina desportiva: distúrbios hidroeletrólíticos e atividade física. **7º Curso de Atualização em Medicina Desportiva**. Sociedade de Medicina Desportiva do Rio de Janeiro, 2000.

STARKIE, R. L.; HARGREAVES, M., LAMBERT; D. L., PROIETTO, J.; FEBBRAIO, M. A. *Effect of temperature on muscle metabolism during submaximal exercise in humans. **Experimental Physiology***, v. 84, n. 4, p. 775, 1999.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do exercício e do esporte**. 2ª ed. São Paulo: Manole, 2001.

Data de recebimento: 01 /2/08

Data de aceite: 28/04/08

Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons](#).



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.

You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor