

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL

Diego de Alcantara Borba

Efeito da presença, tipo e cor da roupa sobre a velocidade em 10km de
corrida sob o sol

Belo Horizonte
2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL

Diego de Alcantara Borba

Efeito da presença, tipo e da cor da roupa sobre a velocidade em 10km de
corrida sob o sol

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Área de Concentração: Ciências do Esporte

Orientador: Prof. Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues

Belo Horizonte
2009

B726c Borba, Diego de Alcântara
2009 Efeito da presença, tipo e cor da roupa sobre a velocidade em 10 km de corrida sob o sol. [manuscrito] / Diego de Alcântara Borba. – 2009.
105 f., enc.:il.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 74-80

1. Fadiga - Teses. 2. Exercícios físicos – Aspectos fisiológicos – Teses. 3. Roupas esportivas - Teses. 4. Vestuário - Teses. I. Rodrigues, Luiz Oswaldo Carneiro. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 612:796

Ficha catalográfica elaborada pela equipe de bibliotecários da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.



Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte



Dissertação intitulada "Efeito do Tipo e da Cor da Roupa na Velocidade de Corrida de 10km Sob Radiação Solar", de autoria do mestrando Diego Alcântara Borba defendida em 24 de julho de 2009, na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais e submetida à banca examinadora composta pelos professores:

Prof. Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues
Departamento de Educação Física
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Marco Túlio de Mello
Departamento de Psicobiologia
Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício (CEPE)
Universidade Federal de São Paulo

Prof. Dr. Emerson Silami Garcia
Departamento de Esportes
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte, 24 de julho de 2009.

"Os homens não se tornam sábios simplesmente por terem adquirido experiência. O que os torna sábios é a capacidade de experimentar".

George Bernard Shaw

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes de minha vida,
aquelas responsáveis pelo que sou hoje: minha mãe e irmãos.

AGRADECIMENTOS

De antemão, agradeço todas pessoas que me ajudaram a chegar até aqui.

Ao professor Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues, meu orientador, meus mais sinceros agradecimentos.

Sou grato a todos os professores com que tive a oportunidade de aprender e conhecer ao longo deste curso, em especial ao professor Dr. Nilo Viana de Lima pelos tão importantes conselhos.

O mesmo digo aos meus colegas de mestrado, obrigado, muito obrigado! Obrigado também, Maria Aparecida pelo carisma e apoio nas questões técnicas de pesquisa ao longo desses anos.

Com grande felicidade, agradeço aos meus amigos e por que não irmãos, João Batista Ferreira Júnior, Leonardo Martins Coelho e Angelo Ruediger Pisani Martini, Paulo Henrique Faria, Fabio Vieira de Castro e Ricardo de Abreu Melo, com vocês por perto tudo fica mais fácil.

Faltam-me palavras para agradecer minha colega e conselheira Luciana Gonçalves Madeira por sua paciência e consideração por minha pessoa, obrigado por tudo!

Agradeço especialmente todos os voluntários que concordaram em me ajudar. Nos momentos mais difíceis pude contar com vocês.

Sou grato ao importantíssimo apoio dado pelos professores Luiz Gustavo Leite dos Santos do CETIQT-SENAI e o Dr. Alberto Avellar Barreto do CDNT pela importante ajuda no desenvolvimento dos experimentos Da mesma forma, agradeço ao amigo Luciano Alves Lima pelo suporte com a língua inglesa.

Agradeço também à minha família por seu apoio. Peço desculpas à minha mãe Vera e meus irmãos Lucas e Bianca por não ir vê-los como deveria em minha cidade natal.

Em fim, agradeço a Universidade Federal de Minas Gerais por proporcionar-me a alegria de participar do fascinante mundo da ciência experimental.

RESUMO

Fadiga pode ser definida como a incapacidade de manter a produção de potência necessária para realizar uma tarefa, sendo considerada um mecanismo protetor das funções biológicas. A fadiga atua como modulador da duração e da intensidade do esforço durante o exercício. A temperatura corporal aumentada é apontada como um importante mecanismo que leva a diminuição da capacidade de manter o esforço requerido. A roupa representa uma barreira entre a pele e o ambiente podendo afetar a troca de calor. O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito do uso de diferentes roupas (tecido ou cor) na capacidade de realizar 10 km de corrida sob radiação solar. Seis voluntários homens (idade: 30 ± 4 anos; estatura: $1,78 \pm 0,05$ m; peso: $75,9 \pm 9,6$ kg; VO_{2max} : $45,2 \pm 2,4$ mL/kg.min) e 6 mulheres (idade: 25 ± 6 anos; estatura: $1,64 \pm 0,04$ m; peso: $58,0 \pm 3,8$ kg; VO_{2max} : $40,9 \pm 2,4$ mL/kg.min) correram na maior velocidade possível à distância de 10 km sob o sol com 3 minutos de intervalo a cada 2 km. As 5 situações experimentais foram: corrida sem camisa, com camisa branca ou preta de poliéster, ou camisa branca ou preta de algodão, de forma aleatória e cruzada, com 2 a 7 dias de intervalo. O IBUTG no grupo feminino (entre $24,9 \pm 1,9$ e $27,5 \pm 3,6^\circ$ C) foi maior ($p < 0,05$) que no grupo masculino (entre $23,1 \pm 2,2$ e $24,0 \pm 2,4^\circ$ C). O tipo de roupa não alterou a velocidade de corrida, as temperaturas retal e da pele, a frequência cardíaca, nem a taxa de sudorese local tanto em homens quanto em mulheres. A taxa de sudorese global nas mulheres foi maior ($p < 0,05$) quando elas vestiram camisa algodão branca. A temperatura da camisa de algodão preta foi maior ($p < 0,05$) que a temperatura da camisa de poliéster branca. A percepção subjetiva do esforço nos homens foi menor com o uso de camisa de poliéster branca comparada às outras camisas e nas mulheres a camisa de algodão preta apresentou maior PSE comparada às camisas de poliéster e sem camisa. A velocidade de corrida manteve-se estável até o km 4, diminuiu do km 4 até o km 6 e manteve-se inalterada até o final. A temperatura central e a frequência cardíaca aumentaram principalmente nos quilômetros iniciais. A redução na velocidade da corrida correlacionou-se com a redução da taxa de acúmulo de calor ($r=0.910$ masculino; $r=0.988$ feminino). Nos concluímos que o tipo de roupa não altera a velocidade de corrida e as respostas

termorregulatórias, em homens e mulheres, durante corrida de intensidade auto regulada de 10 km sob o sol.

Palavras chave: fadiga, exercício, roupa.

ABSTRACT

Fatigue can be defined as the inability to maintain the power output needed to perform a task and it is a mechanism of protection for the biological functions. It acts as a modulator of both the duration and the intensity of effort during exercise. High body temperature is accepted as being one of the important mechanisms leading to decreased ability to maintain the level of exertion. Clothing represents a barrier between the skin and the environment and it can affect heat exchange. The aim of the present study was to compare the effects of wearing different types of clothing (fabric and colour) on physical performance capacity during a 10-km race under the sun light. Six male (age: 30 ± 4 years; height: 1.78 ± 0.05 m; weight: 75.9 ± 9.6 kg; VO_{2max} : 45.2 ± 2.4 mL/kg.min) and six female volunteers (age: 25 ± 6 years; height: 1.64 ± 0.04 m; weight: 58.0 ± 3.8 kg; VO_{2max} : 40.9 ± 2.4 mL/kg.min) ran a fast possible the distance under sun with 3-min intervals after every other 2-km. The 5 experimental situations were running: wearing no shirt; white polyester shirt; black polyester shirt; white cotton shirt and black cotton shirt, on a randomized and crossed order, 2 to 7 days apart. The WBGT for the female group (24.9 ± 1.9 to $27.5 \pm 3.6^\circ\text{C}$) was higher ($p < .05$) than that of the male group (23.1 ± 2.2 to $24.0 \pm 2.4^\circ\text{C}$). The type of clothing did not alter racing speed, core temperature, skin temperature, heart rate and local sweating sweat rate of males and females. Total sweating rate of the female was higher ($p < .05$) when they wore white cotton shirts. The temperature of the black cotton shirt was higher ($p < .05$) than that of the white polyester shirt. The perceived exertion of the male was lower ($p < .05$) when they wore white polyester shirt compared to other shirts and in the female perceived exertion was higher ($p < .05$) in the black cotton shirt compared to polyester shirt and wearing no shirt. The racing speed was steady during the first 4 km, decreased from the 4th to the 6th km and remained unchanged thereafter. Body temperature and heart rate increased mainly at the beginning of the race. The reduction in speed of the race was correlated with reduction rate body accumulation ($r = .910$ male; $r = .988$ female). We have concluded that the type of clothing did not change the race speed and the thermoregulatory responses of males and females during a self-paced 10-k race under sun light.

Keywords: fatigue, exercise, clothing.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Camisas utilizadas.....	32
FIGURA 2: Representação geométrica da camisa para calculo da área de superfície.....	34
FIGURA 3: Taxa de evaporação de água pelas camisas.....	35
FIGURA 4: Perda de massa pelas camisas ao longo do tempo.....	35
FIGURA 5: Reflexão da radiação solar pelas camisas.....	36
FIGURA 6: Corrida intervalada de intensidade auto regulada e período de intervalo.....	38
FIGURA 7: Locais de medida da taxa de sudorese nas costas e testa.....	40
FIGURA 8: Medidas das temperaturas retal, costas, testa e roupa.....	41
FIGURA 9: Velocidade de corrida no grupo masculino e feminino.....	45
FIGURA 10: Temperatura retal no grupo masculino e feminino.....	48
FIGURA 11: Frequência cardíaca no grupo masculino e feminino.....	49
FIGURA 12: Índice de estresse fisiológico no grupo masculino e feminino.....	50
FIGURA 13: Taxa de acúmulo de calor no grupo masculino e feminino.....	52
FIGURA 14: Temperatura da pele no grupo masculino e feminino.....	53
FIGURA 15: Temperatura da roupa no grupo masculino e feminino.....	54
FIGURA 16: Taxa de sudorese global no grupo masculino e feminino.....	55
FIGURA 17: Taxa de sudorese local no grupo masculino e feminino.....	56
FIGURA 18: Retenção de suor pela roupa no grupo masculino e feminino.....	57
FIGURA 19: Volume de água ingerida no grupo masculino e feminino.....	58
FIGURA 20: Percepção subjetiva do esforço no grupo masculino e feminino.....	59
FIGURA 21: Conforto térmico no grupo masculino e feminino.....	60
FIGURA 22: Correlação entre taxa de acúmulo de calor e velocidade de corrida.....	61

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Características físicas dos voluntários.....	31
TABELA 2: Propriedades físicas das camisas.....	33
TABELA 3: Resultados do teste de campo (VO_{2max}).....	37
TABELA 4: Variáveis ambientais durante corrida sob o sol no grupo masculino.....	46
TABELA 5: Variáveis ambientais durante corrida sob o sol no grupo feminino.....	47
TABELA 6: Estado de hidratação.....	58

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AB	- Algodão branco
AP	- Algodão preto
ASC	- Área de superfície corporal
ASR	- Área de superfície da roupa
bpm	- Batimentos por minuto
CON	- Controle
CT	- Conforto térmico
CVM	- Contração voluntária máxima
FC	- Frequência cardíaca
FC _{pico}	- Frequência cardíaca pico
IBUTG	- Índice de bulbo úmido e temperatura de globo
IEF	- Índice de estresse fisiológico
PB	- Poliéster branco
PP	- Poliéster preto
PSE	- Percepção subjetiva do esforço
TAC	- Taxa de acumulo de calor
T _{corporal}	- Temperatura corporal
T _{globo}	- Temperatura de globo
T _{pe}	- Temperatura da pele
TR _{camisa}	- Taxa de retenção de suor pela camisa
T _{re}	- Temperatura retal
T _{ro}	- Temperatura da roupa
TS _{costas}	- Taxa de sudorese das costas
TS _{global}	- Taxa de sudorese global
T _{seca}	- Temperatura seca
TS _{testa}	- Taxa de sudorese testa
T _{úmida}	- Temperatura úmida
URA	- Umidade relativa do ar
VO _{2max}	- Consumo máximo de oxigênio
VO _{2pico}	- Consumo pico de oxigênio

SUMÁRIO

1- Introdução.....	13
2- Hipótese, justificativa e objetivo.....	19
3- Revisão de literatura.....	20
3.1- Fadiga durante o exercício.....	20
3.2- Termorregulação durante o exercício.....	24
3.3- Roupas e exercício.....	26
4- Métodos.....	30
4.1- Cuidados éticos.....	31
4.2- Amostra.....	31
4.3- Roupas.....	32
4.4- Delineamento experimental.....	36
4.5- Teste de esforço para estimar o consumo máximo de oxigênio.....	37
4.6- Corrida com intensidade auto regulada.....	37
5- Medidas.....	39
5.1- Velocidade de corrida.....	39
5.2- Frequência cardíaca.....	39
5.3- Taxa de sudorese global.....	39
5.4- Taxa de sudorese local.....	39
5.5- Taxa de retenção de suor pela roupa.....	40
5.6- Temperatura retal, da pele e da roupa.....	40
5.8- Taxa de acúmulo de calor.....	41
5.9- Percepção Subjetiva do esforço (PSE) e Conforto Térmico.....	42
5.10- Índice de estresse fisiológico.....	42
5.11- Estado de hidratação e volume de água ingerida.....	42
5.12 Variáveis ambientais.....	42
6- Análise estatística.....	44
7- Resultados.....	45
7.1- Velocidade de corrida.....	45
7.2- Variáveis ambientais.....	46

7.3- Temperatura retal.....	48
7.4- Frequência cardíaca.....	49
7.5- Índice de estresse fisiológico.....	50
7.6- Taxa de acúmulo de calor.....	51
7.7- Temperatura da pele.....	53
7.8- Temperatura da roupa.....	54
7.9- Taxa de sudorese global.....	55
7.10- Taxa de sudorese local.....	56
7.11- Retenção de suor pela roupa.....	57
7,12- Volume de água ingerida e estado de hidratação.....	58
7.13- Percepção subjetiva do esforço.....	59
7.14- Conforto térmico.....	60
7.15- Correlação entre velocidade de corrida e taxa de acúmulo de calor.....	61
8- Discussão.....	62
9- Conclusão.....	73
Referências.....	74
ANEXOS.....	81