

EFEITO DE DIFERENTES VESTIMENTAS SOBRE O COMPORTAMENTO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA, VENTILAÇÃO PULMONAR E CONCENTRAÇÃO DE ÁGUA CORPORAL EM EXERCÍCIO CONTÍNUO

Effect of different clothing on the behavior of heart rate, ventilatory parameters and concentration of water body in continuous exercise

**Autran José Silva Jr., Tiago Marques de Rezende, Lucas Moreira Gonçalves,
Edson Kilian Bitencourt**

Laboratório do Estudo da Performance Humana e Aptidão Física (LAPEHA), Centro
Universitário da Fundação Educacional Guaxupé (UNIFEG), Guaxupé, Brasil

Resumo: A vestimenta utilizada durante o exercício físico é um importante determinante para a hipertermia e os ajustes cardiorrespiratórios. O objetivo do presente trabalho foi comparar o efeito indireto de dois tipos diferentes de vestimentas sobre os parâmetros cardiorrespiratórios e água corporal em um exercício contínuo. A amostra foi composta por 10 homens, $18,3 \pm 0,3$ (anos), $68,7 \pm 8,9$ kg (Massa corporal), $178 \pm 10,2$ cm (Estatura) e $23,13 \pm 3,4$ (IMC). Todos realizaram dois testes aeróbios contínuos de 30 minutos no limiar anaeróbio, com vestimenta leve (bermuda e camiseta) e vestimenta pesada (calça, camiseta e jaqueta camuflada, usados pelas Forças Armadas). Avaliamos a taxa metabólica basal, massa magra, água corporal, frequência cardíaca, ventilação pulmonar anterior e posterior a realização dos testes. Não foram encontradas diferenças entre os parâmetros estudados em relação a vestimenta leve e pesada. Podemos concluir que o uso de calça, jaqueta e camiseta confeccionadas com tecido de algodão em uma atividade física com duração de 30 minutos na intensidade do limiar anaeróbio em temperatura ambiente de $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ não representa um estresse térmico que impeça a realização da mesma.

Palavras-chave: Termorregulação; Parâmetros ventilatórios; Vestimenta.

Abstract: The clothing used during exercise is an important determinant of hyperthermia and cardiorespiratory adjustments. The purpose of this study the indirect effect of two different types of clothing on cardiorespiratory parameters and water body in a continuous exercise was compared. 10 men, mean age 18.3 ± 0.3 years, 68.7 ± 8.9 kg (BM), 178 ± 10.2 cm (Estature) and 23.13 ± 3.4 (BMI). They conducted two continuous aerobic tests of 30-minute tests at the anaerobic threshold, with lighth clothing (shorts and T-shirt) and heavy clothing (pants, T-shirt and camouflage jacket, used by the military). Reviewed basal metabolic rate, lean body mass, corporal water, heart rate, pulomonary ventilation before and after the tests. No differences were found between the parameters studied in relation to light and heavy clothing. Conclusion, the use of pants, jacket and shirt made with cotton fabric in a physical activity lasting 30 minutes at anaerobic threshold intensity at room temperature $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ is not a thermal stress to preclude the same.

Keywords: Thermoregulation; Ventilatory parameters; Clothing.

1 INTRODUÇÃO

Para a realização de qualquer exercício físico em diferentes intensidades há necessidade de energia que é fornecida pela molécula de adenosina trifosfato (ATP) presente em todas nas células corporais. Esta liberação se faz quando as ligações entre os fosfatos existentes no ATP são rompidas pela ação da enzima ATPase (SILVA JR.; PAIVA NETO, 2009). Em um exercício contínuo de intensidade moderada a temperatura muscular pode atingir 40 °C e em exercício resistido elevar 1 °C nos primeiros 3 minutos iniciais (CRANDALL, 2008). Esta elevação é denominada de hipertermia que é definida como sendo o aumento da temperatura corporal acima de 37 °C em repouso e 38 °C durante atividade física de intensidade moderada (GONZÁLEZ-ALONSO, 2000; TODD et al., 2005; WENDT et al., 2007).

Hipertermia leve ou moderada nos músculos esqueléticos durante a atividade física tem efeito benéfico por elevar a condução nervosa e acentuar as alterações conformacionais no processo actomiosínico presente durante a contração muscular. Mas, quando acentuada promove redução na capacidade e desempenho físicos (GONZÁLEZ-ALONSO, 2007; NYBO, 2008). Com a elevação da temperatura corporal mecanismos fisiológicos são ativados com o objetivo de dissipação do calor, redução da hipertermia e dentre eles temos os mecanismos físicos de transferência de calor tais como a radiação, a condução, a evaporação e a convecção.

Dentre os mecanismos físicos de transferência de calor a evaporação é o principal método chegando a ser responsável por aproximadamente 80% da dissipação durante a atividade física. Com a hipertermia há ativação das glândulas sudoríparas, via estimulação simpática colinérgica, que produzem o suor que será secretado para a superfície da pele e ao evaporar dissipa o calor (WENDT et al., 2007). Apesar de promover o controle da temperatura corporal, a evaporação eleva a osmolaridade sanguínea pela redução do volume de sangue sobrecarregando o sistema cardiovascular por elevação da elevação da frequência cardíaca (GONZÁLEZ-ALONSO et al., 2008) e reduzindo a eficiência mecânica e força muscular (KUSTRUP et al., 2003). Ainda que a evaporação seja o principal mecanismo de dissipação de calor, é influenciada pela umidade relativa do ar elevada (KING, 2004; PATTERSON et al., 2004; MOYEN et al., 2014) e a vestimenta utilizada pelo praticante da atividade física (GAVIN, 2003).

A vestimenta representa uma barreira contra a transferência e dissipação do calor, associado a realização de exercício em ambiente com temperatura elevada, promove hipertermia devido redução na capacidade de dissipar calor pela evaporação (GAVIN, 2003; CHEN et al., 2003; STACEY et al., 2014). Vestimentas com fibras de algodão são mais eficiente em dissipar calor quando comparado a seda, o nylon e as fibras sintéticas (OTOMASU et al., 1997; GAVIN, 2003). Porém, estas mesmas vestimentas ao fazê-lo elevam o peso do vestuário e dificultam a capacidade de resfriamento deste tipo de tecido (GAVIN, 2003), como por exemplo os uniformes militares (STACEY et al., 2003).

Atualmente observamos uma revolução e modernização nestes uniformes com o intuito de proteção ao seu usuário que inclui, inúmeros equipamentos, armas, coletes e tecido com elevada resistência ao impacto (OTOMASU et al., 1997; GOLDMAN, 2002; STACEY et al., 2014). Além de tornarem uma verdadeira armadura, o uniforme também se transformou em uma barreira contra a dissipação de calor e conseqüentemente do desempenho físico do soldado, devido ao tecido, equipamentos e também ao seu peso total (PFANNER, 2004). Principalmente quando estes estão submetidos a temperaturas elevadas ambientes realizando intensos esforços físicos durante o treinamento, acarretando hipertermia (OTOMASU et al., 1997; CHEUNG et al., 2000; GOLDMAN, 2002). Na literatura os relatos de desidratação e hipertermia pelo uso de tais vestimentas são frequentes e antigos (STACEY et al., 2014).

Estes modernos uniformes também são utilizados no Brasil, porém a maioria dos nossos militares estão cumprindo suas obrigações em instituições do Exército Brasileiro denominadas de Tiros de Guerra presentes na maioria de nossas cidades. Esta instituição forma soldados e cabos de segunda categoria ou reservistas que tem como função a defesa territorial e civil e utilizam o uniforme padrão

do Exército Brasileiro (04 A1) que é constituído por: calça, camisa e jaqueta camufladas. O uso de tal uniforme é adotado há muito tempo e o soldado realiza todas as atividades com ele, em um país de clima tropical como o Brasil. Apesar da intensa utilização deste uniforme em um país de clima quente não encontramos trabalhos relacionados o comportamento da frequência cardíaca (FC), ventilação pulmonar (VE) e água corporal em soldados que realizam exercício físico. Assim sendo, o objetivo do presente trabalho é comparar o efeito indireto de dois tipos diferentes de vestimentas sobre a FC, VE e água corporal em diferentes exercícios contínuos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se por ser um estudo descritivo, transversal, com abordagem quantitativa. A amostra foi constituída por 10 voluntários do sexo masculino ($18,3 \pm 0,3$ anos, $68,7 \pm 8,9$ kg, $178 \pm 10,2$ cm, IMC: $23,13 \pm 3,4$ kg/m²) moderadamente condicionados, realizando entre 3 a 4 sessões semanais de diferentes atividades físicas. Os voluntários atenderam aos seguintes critérios de inclusão: estarem cumprindo o serviço militar obrigatória no tiro de guerra da cidade de Guaxupé/MG; não apresentar nenhuma patologia que impeça a realização do estudo; entregar o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) assinado pelos pais ou responsáveis. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé (Protocolo N° 138/2010).

Os voluntários foram orientados sobre os procedimentos do estudo e todos os questionamentos foram esclarecidos e entregue o TCLE para que os pais ou responsáveis (menores de 18 anos) darem ciência e anuência do estudo. Após a autorização, os voluntários realizaram o teste incremental para a determinação do limiar anaeróbio. A partir desse resultado, foram agendados encontros para a realização dos teste de esforço contínuo com diferentes tipos de vestimentas, sendo uma delas considerada como vestimenta leve (bermuda e camiseta) e outra considerada vestimenta pesada (calça, camiseta e jaqueta camufladas, padrão uniforme 04 A1 do Exército Brasileiro) e as avaliações antropométricas e cardiovascular.

No dia agendado, todos os voluntários apresentaram no Laboratório do Estudo da Performance Humana e Aptidão Física (LAPEHA) vestidos de roupa leve (bermuda e camiseta) para a determinação do LA e da FC_{máx}. Anteriormente a determinação do LA, todos permaneceram em repouso para que os valores de frequência cardíaca e pressão arterial retornassem aos valores basais. Para a determinação do LA foi utilizado o aparelho ventilômetro flowmet (MicroMed) através da curva de ventilação (BEAVER; et al, 1986). Para tanto, os voluntários realizaram um teste incremental (rampa) em esteira rolante (Inbramed, modelo ATL) com velocidade inicial de 6 km/h, incrementos de 1 km/h a cada minuto, sem inclinação, até a exaustão, determinada quando o voluntário atingia 100% da frequência cardíaca máxima (FC_{máx}).

Após 7 dias, iniciaram os testes aeróbios contínuos e para isto todos os voluntários retornaram ao LAPEHA com ambas as vestimentas (Leve e Pesada) para submeterem a avaliação antropométrica e respiratória. A avaliação antropométrica constou das medidas de massa corporal, estatura, índice de massa corporal (IMC) e composição corporal, onde os voluntários trajaram apenas sunga. Para a obtenção da massa corporal foi utilizada a balança digital Plena Acqua® e a estatura o estadiômetro WCS Wood Compact®. Todas as medidas antropométricas foram determinadas conforme recomendações de Guedes e Guedes (2006).

Para a obtenção da concentração de água corporal, taxa metabólica basal e massa magra foi utilizado o aparelho de bioimpedância Maltron BF 906. Foram utilizadas as respectivas especificações de uso disponibilizada pelo fabricante que preconiza que o voluntário esteja em decúbito dorsal e após a fi-

xação de 4 eletrodos (2 na mão e 2 nos pés) e inserção das características solicitadas ocorre a leitura dos parâmetros fisiológicos (RODRIGUES et al., 2001). A avaliação da composição corporal foi realizada no momentos anterior (pré-teste) e posterior (pós-teste) aos testes aeróbios contínuos com diferentes vestimentas.

A ordem de execução dos testes de esforço contínuos foi por sorteio, em uma deles os voluntários executaram na condição de vestimenta leve e no outro na condição de vestimenta pesada. Ambos os testes tiveram as mesmas características metodológicas: duração de 30 minutos, em esteira rolante, sem inclinação, velocidade constante (velocidade do limiar anaeróbio), temperatura ambiente em torno de 22 °C e sem hidratação prévia e durante a realização dos testes aeróbios contínuos. A FC foi aferida em repouso e a cada 3 minutos de teste e a pressão arterial em repouso e durante o 3º minuto de recuperação.

A FC foi obtida através da utilização do frequencímetro da marca Polar Weaklink S601® e VE obtida através do aparelho Ventilômetro Flowmet (Micromed). Após 7 dias da realização do primeiro teste aeróbio contínuo todos os voluntários retornaram ao LAPEHA para a realização do segundo teste, todo o procedimento de avaliação antropométrica e cardiovascular foi repetido.

Os resultados foram expressos em média e desvio padrão. Todas as variáveis analisadas foram testadas e transformada na sua base logarítmica para apresentarem distribuição normal onde foram testadas pelo teste estatístico Shapiro-Wilk ($p < 0,05$). O teste t de Student para amostras dependentes foi adotado para comparar as diferenças entre a frequência cardíaca, pressão arterial sistólica e diastólica e água corporal, com $p < 0,05$.

3 RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentados os valores médios dos parâmetros taxa metabólica basal, massa magra e água corporal em testes contínuos com vestimenta leve (VL) e vestimenta pesada (VP) e suas respectivas diferenças. Não foram observadas diferenças significativas em nenhum parâmetro estudado entre os dois tipos de vestimentas nos diferentes momentos de realização dos testes contínuos (VL e VP). Podemos atentar entretanto que quando analisamos somente os resultados obtidos no teste contínuo com a VP observamos uma elevação na TMB (obtida imediatamente após a realização do teste contínuo, no período de recuperação) e na massa magra (tanto em kg quanto em valores %) e reduções na concentração de água (tanto em litros quanto em valores %).

Tabela 1 - Valores médios dos parâmetros Taxa Metabólica Basal (kcal), Massa Magra (kg e %/MC), e Água Corporal (L e %) nos momentos pré e pós realização dos testes aeróbios com diferentes vestimentas.

Variável	Vestimenta Leve		Vestimenta Pesada	
	Pré-Teste	Pós-Teste 2	Pré-Teste	Pós-Teste
TMB (Kcal)	1.771,2 ± 108,7	1.773,0 ± 108,0	1.787,1 ± 93,0	1.816,9 ± 105,5
Massa Magra (kg)	56,4 ± 4,9	56,4 ± 4,9	57,4 ± 4,6	59,0 ± 5,1
Massa Magra (%)	82,7 ± 7,1	83,0 ± 7,5	84,2 ± 5,6	87, 2 ± 5,5
Água Corporal (l)	41,3 ± 3,6	41,3 ± 3,6	43,0 ± 3,4	42,1 ± 3,9
Água Corporal (%)	60,6 ± 5,2	60,4 ± 5,5	61,7 ± 4,1	60,8 ± 4,0

As figuras 1 e 2 apresentam o comportamento dos parâmetros cardiorrespiratórios: FC e VE, em ambos os testes contínuos com a VL e VP em valores médios. Como observado na tabela 1, não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos estudados. O comportamento da FC e VE apresentaram uma ligeira elevação de acordo com que o teste se estendia, sendo mais pronunciada na FC e no grupo que realizou o teste com vestimenta pesada (VP).

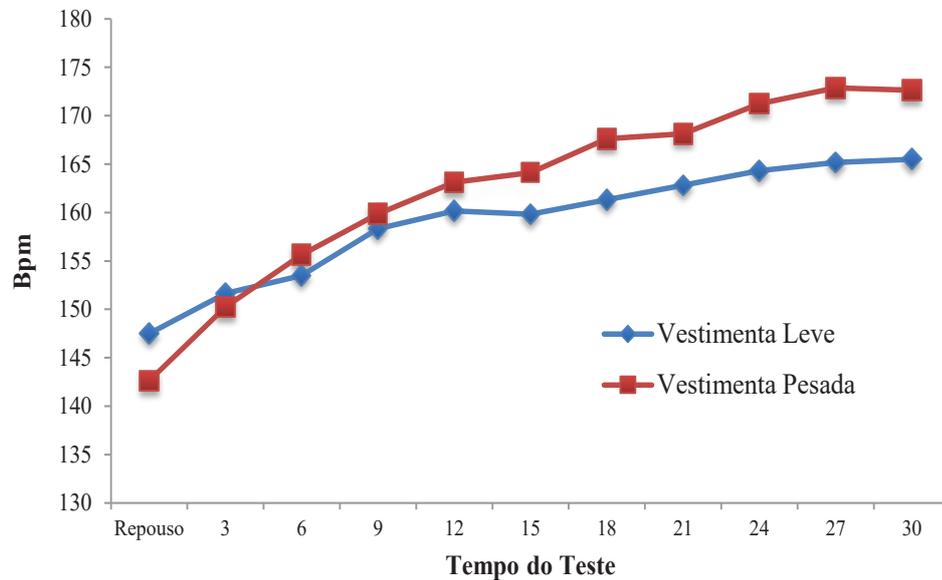


Figura 1 - Comportamento da FC em repouso e durante os testes aeróbios contínuos com diferentes vestimentas VL e VP.

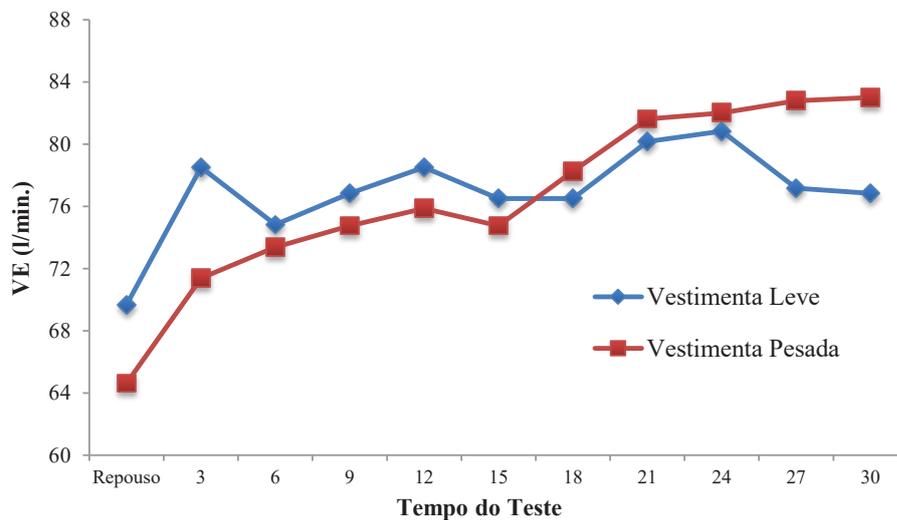


Figura 2 - Comportamento da VE em repouso e durante os testes aeróbios contínuos com diferentes vestimentas VL e VP.

4 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito de dois tipos diferentes de vestimentas, uma leve (bermuda e camiseta) e outra pesada (calça, camiseta e jaqueta), sobre a concentração de água corporal e suas relações com os parâmetros ventilatórios em um exercício contínuo de intensidade submáxima (velocidade de limiar anaeróbio) em esteira rolante. A hipótese seria que a VP promoveria uma maior dificuldade em dissipar calor, apesar de ser de algodão, acarretando hipertermia, sudorese e promovendo maiores ajustes nos parâmetros cardiovasculares e ventilatório estudados. Entretanto no presente estudo, a VP não foi capaz de promover estes efeitos fisiológicos e, portanto, alterar a concentração de água corporal e elevar significativamente os parâmetros cardiorrespiratórios quando comparada a VL. Acreditamos que a explicação para estes resultados seja a intensidade dos testes realizados e a temperatura ambiente onde os mesmos foram realizados.

Com a realização do exercício físico há elevação da temperatura muscular esquelética e do sangue venoso (GANZÁLEZ-ALONSO et al., 2008; GONZÁLEZ-ALONSO, 2012) que sensibilizam o núcleo pré-óptico do hipotálamo, via respectivamente termorreceptores periféricos e centrais, que promovem os ajustes de perda de calor (BOULANT, 2000). Dentre os ajustes ocorre a redistribuição do fluxo sanguíneo, via ativação simpática noradrenérgica, para a pele (CONSTANZO, 2011; GONZÁLEZ-ALONSO et al., 2008). O sistema nervoso autônomo colinérgico estimula as glândulas sudoríparas a produzirem o suor que ao evaporar, na superfície da pele, dissipa o calor produzido pelo exercício físico (CONSTANZO, 2011; GUYTON; HALL, 2011). A dissipação do calor implica em eliminação de água e sais minerais pela sudorese (COLLET et al., 1997) e sobrecarga no sistema cardiovascular através da elevação da frequência cardíaca (CRANDALL, 2008;) para a manutenção do débito cardíaco necessário para a manutenção da atividade física (GONZÁLEZ-ALONSO, 2012). Assim sendo, atividades físicas realizadas em ambientes quentes promovem uma sobrecarga ao sistemas cardiovascular (NYBO, 2008).

Entretanto, no presente estudo observamos elevações no comportamento da FC e VE, mas não apresentando diferenças entre as vestimentas estudadas (WILLIAM et al., 2005). Podemos afirmar que o estresse induzido pela VP foi, teoricamente, na mesma intensidade que o induzido VL. Assim, os ajustes fisiológicos envolvidos neste processo de termorregulação durante o esforço físico citados anteriormente também foram semelhantes. Esta observação pode ser comprovada pela concentração de água corporal (em litros e em %) apresentada na tabela 1, onde não foram encontradas diferenças significativas. Estes valores denotam que, em relação a perda de volume de sudorese, ambas as vestimentas promoveram o mesmo estresse nos voluntários durante os testes. Nossos resultados são contraditórios aos observados por Kondo et al. (2001) que estudaram a atividade e produção das glândulas sudoríparas em duas situações: exercício constante a $117,5 \pm 4,8$ W e imersão em água a 42 °C. Os autores observaram que em ambos os testes a atividade e produção das glândulas sudoríparas foram semelhantes e que promoveram elevações na atividade cardíaca determinada pela elevação da FC. Em nosso estudo como mencionado anteriormente ocorreu elevação da FC, porém acreditamos que seja devido ao estímulo do esforço físico e não imposto pela hipovolemia causada pela sudorese.

A temperatura ambiente é um fator importante no processo de termorregulação durante o exercício físico. Lafrenz et al. (2008) compararam o comportamento da FC em um esforço físico de 45 minutos em ciclismo a $59,2 \pm 1,9\%$ do VO_2 máx. a 35 °C e a 22 °C. A FC elevou nos 2 testes nas diferentes temperaturas ambientes, entretanto mais significativo em 35 °C, comprovando o efeito da temperatura ambiente sobre as respostas cardiovasculares e, portanto a FC. Em nosso estudo a temperatura ambiente ficou em torno dos 22 °C, assim sendo o comportamento da FC não sofreu influência da temperatura ambiente, caracterizando apenas o efeito das diferentes vestimentas que foi o principal objetivo do estudo.

A intensidade do esforço físico também é elemento no processo de termorregulação durante o exercício físico, quanto maior for a intensidade da atividade física maior será a elevação na temperatura muscular. Esforços físicos em baixa a moderada intensidade realizados em ambientes quentes, o débito cardíaco eleva e consegue suprir a perfusão nos tecidos, inclusive muscular e pele. Porém com a elevação da intensidade do esforço a produção de calor eleva ocasionando a hipertermia e a capacidade de manutenção do débito cardíaco somente é possível aumentando a FC, tal ajuste demonstra a importância da intensidade do esforço no controle termorregulatório durante a atividade física (NYBO, 2008). A FC média durante os testes em nosso estudo foi de 160 bpm (79% FC_{máx.}) no teste com a VL e 165 bpm (81% FC_{máx.}) durante a VP. Estes valores e respectivos percentuais caracterizam uma atividade física vigorosa (THOMPSON et al, 2010). e como observado, nestas intensidades haveria elevação do comportamento da FC. Em ambas as vestimentas observamos elevações durante o esforço físico na FC, entretanto como citado anteriormente não apresentando diferenças entre as vestimentas. Assim sendo, podemos observar que a vestimenta 02 não apresentou ser um estresse mais acentuado que a vestimenta leve.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos concluir que o uso de calça, jaqueta e camiseta camufladas semelhante ao uniforme militar padrão do Exército Brasileiro 04 A1 em uma atividade física contínua com duração de 30 minutos na intensidade do limiar anaeróbio e em temperatura ambiente de 22 °C promove elevações na FC, VE e pressão arterial, semelhantes a uma vestimenta leve (calção e camiseta de algodão). Como também, este mesmo uniforme não acarreta maior estresse térmico que esta vestimenta leve, podendo ser observado pela concentração de água corporal nos dois testes. Assim, concluímos também que as atividades realizadas nos Tiros de Guerra pelos soldados com o uniforme padrão 04 A1 em temperatura em torno de 22 °C não induz um estresse térmico como observado em outros estudos.

6 REFERÊNCIAS

- BEAVER, W. L.; WASSERMAN, K.; WHIPP, B. J. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. **Journal Applied Physiology**, Bethesda, v. 60, n. 6, p. 2020-7, 1986.
- BOULANT, J. A. Role of the preoptic-anterior hypothalamus in thermoregulation and fever. **Clinical Infectious Diseases**, Oxford, v. 31, n. 5, p. S157-61, 2000.
- CHEN, Y. S.; FAN, J.; ZHANG, W. Clothing thermal insulation during sweating. **Textile Research Journal**, London, v. 73, n. 2, p. 152-7, february, 2003.
- CHEUNG, S. S.; MCLELLAN, T. M.; TENAGLIA, S. The thermophysiology of uncompensable heat stress. Physiological manipulations and individual characteristics. **Sports Medicine**, Cham, v. 29, n. 5, p. 329-59, may, 2000.
- CONSTANZO, L. S. **Fisiologia**. 4. ed. São Paulo: Elsevier, 2011.
- COTTER, J. D.; PATTERSON, M. J.; TAYLOR, N. A. S. Sweat distribution before and after repeated heat exposure. **European Journal Applied Physiology**, Berlin, v. 76, n. 2, p. 181-6, 1997.
- CRANDALL, C. G. Heat stress and baroflex regulation of blood pressure. **Medicine Science Sports Exercise**, Indianapolis, v. 40, n. 12, p. 2063-70, 2008.
- GAVIN, T. P. Clothing and thermoregulation during Exercise. **Sports Medicine**, Cham, v. 33, n. 13, p.

941-7, 2003.

GOLDMAN, R. F. **Introduction to heat-related problems in military operations**. 9. ed. Washington: The Surgeon General, 2002.

GONZÁLEZ-ALONSO, J.; QUISTORFF, B.; KRUSTRUP, P.; BANGSBO, J.; SALTIN, B. Heat production in human skeletal muscle at the onset of intense dynamics Exercise. **Journal Physiology**, Bethesda, v. 524, n. 2, p. 603-15, april, 2000.

GONZÁLEZ-ALONSO, J. Hypethermia impairs brain, heart and muscle function in exercising humans. **Sports Medicine**, Cham, v. 37, n 4-5, p. 371-3, 2007.

GONZÁLEZ-ALONSO, J.; CRANDALL, C. G.; JOHNSON, J. M. The cardiovascular challenge of exercising in the heat. **Journal Physiology**, Bethesda, v. 586, n. 1, p. 45-53, 2008.

GONZÁLEZ-ALONSO, J. Human thermoregulation and the cardiovascular system. **Experimental Physiology**, London, v. 97, n. 3, p. 340-6, 2012.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Manual prático para avaliação em educação física**. São Paulo: Manole, 2006.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 12. ed. São Paulo: Elsevier, 2011.

KING, J. Thermoregulation: physiological responses and adaptations to exercise in hot and cold environments. **Journal Hyperplasia Research**, Eastbay, v. 4, n. 3, p. 925-33, 2004.

KONDO, N.; SHIBASAKI, M.; AOKI, K.; KOGA, S.; INOUE, Y.; CRANDALL, C. G. Function of human eccrine sweat glands during dynamics Exercise and passive heat stress. **Journal Applied Physiology**, Bethesda, v. 90, n. 5, p. 1877-81, 2001.

KUSTRUP, P.; FERGURSON, R.A., KJAERT, M AND BANGSBO, J. ATP and heat production in human skeletal muscle during dynamic exercise: higher efficiency of anaerobic than aerobic ATP resynthesis. **Journal Physiology**, Malden, v. 549, n. 1, p. 255-69, 2003.

LAFRENZ, A. J.; WINGO, J. E.; GANIO, M. S.; CURETON, K. J. Effect of ambiente temperature on cardiovascular drift and maximal oxygen uptake. **Medicine in Science and Sports and Exercise**, Indianapolis, v. 40, n. 6, p. 1065-71, 2008.

MOYEN, N. E.; ELLIS, C. L. V.; CICCONE, A. B.; THURSTON, T. S.; COCHRANE, K. C.; BROWN, L. E.; COBURN, J. W.; JUDELSON, D. A. Increasing relative humidity impacts low-intensity Exercise in the heat. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, Alexandria, v. 85, n. 2, p.112-9, 2014.

NYBO, L. Hyperthermia and fatigue. **Journal Applied Physiology**, Bethesda, v. 104, n. 3, p. 871-8, mar., 2008.

OTOMASU, K.; YAMAUCHI, M.; OHWATARI, N.; MATSUMOTO, T.; TSUCHIYA, K.; KOSAKA, M. Analysis of sweat evaporation from clothing materials by the ventilated sweat capsule method. **European Journal Applied Physiology**, Berlin, v. 76, n. 1, p. 1-7, 1997.

PATTERSON, M. J.; STOCKS, J. M.; TAYLOR, N. A. S. Humid heat acclimation does not elicit a preferential sweat redistribution toward the limbs. **American Journal Physiology Regulatory Integrated Compared Physiology**, Bethesda, v. 286, n. 3, p. R512-R518, mar., 2004.

PFANNER, T. Military uniforms and the law of war. **Revue Internationale de la Croix-Rouge/ International Review of the Red Cross**, Geneva, v. 86, n. 853, p. 93-130, 2004.

RODRIGUES, M. N.; SILVA, S. C.; MONTEIRO, W. D.; FARINATTI, P. T. V. Estimativa da gordura

corporal através de equipamentos de bioimpedância, dobras cutâneas e pesagem hidrostática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 7, n. 4, p. 125-31, jul./ago., 2001.

SILVA JR, A. J.; PAIVA NETO, A. Bioquímica Aplicada ao Exercício. **Revista Expressão**, Guaxupé, v. 10, n. 1, p. 207-19, jun., 2009.

STACEY, M.; WOODS, D.; ROSS, D.; WILSON, D. Heat illness in military populations: asking the right questions for research. **Journal of the Royal Army Medical Corps**, London, v. 160, n. 2, p. 121-4, jun., 2014.

THOMPSON, W.; GORDON, N.; PESCATELLO, L. **American College Sports Medicine Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 8. ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2010.

TODD, G.; BUTLER, J. E.; TAYLOR, J. L.; GANDEVIA, S. C. Hyperthermia: a failure of the motor cortex and the muscle. **Journal Physiology**, Bethesda, v. 563, n. 2, p. 621-31, 2005.

WENDT, D.; VAN LOON, L. J. C.; LICHTENBELT, W. D. M. Thermoregulation during Exercise in the heat. Strategies for maintaining health and performance. **Sports Medicine**, Cham, v. 37, n. 8, p. 669-82, 2007.

WILLIAM, J. S.; O'KEEFE, K. A.; FERRIS, L. T. Inspiratory muscle fatigue following moderate intensity exercise in the heat. **Journal of Sports Science and Medicine**, Bursa, v. 4, n. 3, p. 239-247, sep., 2005.

Autor correspondente: **Autran José da Silva Júnior**

E-mail: autranjsilvajr@gmail.com

Recebido em 14 de outubro de 2014.

Aceito em 11 de novembro de 2015.