



Revista de Educação Física

Journal of Physical Education

Home page: www.revistadeeducacaofisica.com



Artigo Original

Original Article

Alterações fisiológicas, percepção subjetiva de esforço e percepção de conforto durante formatura militar: um estudo experimental

Physiological Changes, Perceived Exertion and Perceived Comfort During Military Parade: An Experimental Study

Michel Moraes Gonçalves^{1,2}MS; Humberto Lameira Miranda¹ PhD; Eduardo Borba Neves^{1,2}PhD; Fabio Alves Machado² MS; Antônio Marcio dos Santos Valente^{2,4} MS; Allan Inoue³ MS; e Runer Augusto Marson^{2,5} PhD

Recebido em: 14 de abril de 2019. Aceito em: 1º de outubro de 2019.

Publicado online em: 31 de outubro de 2019.

Resumo

Introdução: Em formaturas militares a posição ortostática (em pé), com a máxima imobilidade, é um fator exigido e, muitas vezes, suportando cargas externas. Para se adaptar a este esforço alterações fisiológicas são necessárias, porém podem ser prejudiciais. Entretanto, para tornar a atividade menos desgastante e sem comprometer a marcialidade do cerimonial militar, ajustes posturais podem ser sugeridos.

Objetivo: Observar as alterações de frequência cardíaca máxima ($FC_{\text{máx}}$), percentual de saturação de oxigênio (% SatO_2), perímetro da panturrilha (PP), percepção subjetiva de esforço (PSE) e de percepção de conforto, comparando períodos de permanência na posição ortostática com e sem breve período de livre postura e com e sem sobrecarga de peso externo.

Métodos: Estudo experimental de seção transversal, modelo *cross-over*, do qual participaram 24 militares do sexo masculino. Foram executados dois protocolos (P1 e P2) simulando uma formatura de 33 minutos, em pé, com a máxima imobilidade, com carga externa (mochila operacional). Em ambos, foram executados comandos de “sentido e descansar” a cada 5 minutos, porém, somente em P2 os sujeitos puderam retirar a carga externa e permanecer em livre postura por 5 minutos. Foram realizadas medidas de $FC_{\text{máx}}$ (bpm), % SatO_2 (%), PP (cm), PSE e percepção de conforto. Foram realizados testes estatísticos ANOVA de medidas repetidas, ANOVA fatorial, U de Mann Whitney, Wilcoxon e correlação de Spearman.

Resultados: Houve aumento no PP, com diferença estatística significativa entre o minuto 13 ($38,75 \pm 5,91\text{cm}$) e o minuto 33 ($37,67 \pm 4,62\text{cm}$) em P1 (protocolo sem intervalo para “período de livre postura”), mas o mesmo não ocorreu em P2. Observou-se um aumento mais acentuado na $FC_{\text{máx}}$ ao longo do tempo em P1, foram encontradas diferenças significativas apenas em P1, em todos os momentos após M16 ($M21 = 80,58 \pm 13,49\text{ bpm}$; $M26 = 79,08 \pm 10,61\text{ bpm}$; $M31 = 83,67 \pm 11,77\text{ bpm}$ e $M33 = 80,00 \pm 12,80\text{ bpm}$) em relação ao primeiro minuto ($M1=71,71 \pm 15,29\text{ bpm}$). Não houve diferenças no % SatO_2 . Não foi encontrada diferença significativa na PSE, nem na percepção de conforto entre os protocolos.

Conclusão: Um período de 5 minutos, com livre postura e sem a mochila operacional, em formatura militar, parece ter um efeito protetor em relação a alguns efeitos fisiológicos causados por este tipo de esforço, embora não pareça influenciar na percepção de esforço e percepção de conforto entre militares.

Pontos-Chave Destaque

- Em P1 houve aumento significativo do PP, o mesmo não aconteceu em P2.
- O aumento da $FC_{\text{máx}}$ em P1, ao longo do tempo, foi significativo. O mesmo não ocorreu em P2.
- Não houve diferença significativa na % SatO_2 .

⁵ Autor correspondente: Michel Moraes Gonçalves – e-mail: michel_fitness@hotmail.com

Afiliações: ¹Laboratório de Desempenho, Treinamento e Exercício Físico (LADTEF), Universidade Federal do Rio de Janeiro,

²Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército; ³Marinha do Brasil, CEFAN, Laboratório de Pesquisa em Ciências do Exercício; ⁴Universidade Estadual do Rio de Janeiro; ⁵Universidade Federal Fluminense.

Palavras-chave: ortostatismo; variáveis fisiológicas; esforço percebido; militares.

Abstract

Introduction: In military graduations the individual must be in an orthostatic (standing) position, with maximum immobility and, often, bearing external loads. To adapt to this effort, physiological changes occur which can be harmful. However, strategies can be adopted to alleviate these changes, making the activity less exhausting, without compromising the martial nature of the military ceremonial.

Objective: Observe changes in maximal heart rate (HR_{max}), oxygen saturation percentage (% $SatO_2$), calf girth (CG), subjective exertion perception (SEP) and comfort perception, comparing periods of standing in the standing position with and without a short period of free posture and with and without external weight overload.

Methods: Experimental cross-sectional study, cross-over model, involving 24 male military personnel. Two protocols were executed (P1 and P2) simulating a 33-minute standing graduation, with maximum immobility, with external load (operational backpack). In both protocols, "sense and rest" commands were executed every 5 minutes, but only in P2 the subjects could remove the external load and remain in a relaxed position for 5 minutes, in the sixteenth minute of the simulation. Measurements of maximum heart rate - HR_{max} (bpm), percentage of oxygen saturation - % $SatO_2$ (%), calf perimeter - PP (cm), subjective perception of effort (PSE) and comfort were performed. Statistical tests were performed using repeated measures ANOVA, factorial ANOVA, U de Mann Whitney, Wilcoxon and Spearman correlation

Results: An increase in calf circumference was found, with a significant statistical difference between minute 13 ($38,75 \pm 5,91$ cm) and minute 33 ($37,67 \pm 4,62$ cm) in P1 (protocol no rest for "period of free posture"), but the same did not occur in P2. A more pronounced increase in heart rate over time was observed in P1, significant differences were found only in P1, at all times after the interval ($M21 = 80,58 \pm 13,49$ bpm; $M26 = 79,08 \pm 10,61$ bpm; $M31 = 83,67 \pm 11,77$ bpm e $M33 = 80,00 \pm 12,80$ bpm) in relation to the first minute ($M1=71,71 \pm 15,29$ bpm). There were no differences in % $SatO_2$. No significant difference was found in PSE, but it was found in the perception of comfort.

Conclusion: A period of free posture during for 5 minutes without the backpack operational, in military parade, seems to have an effect protection against some physiological effects caused by this type of effort, although it not seems to influence the perception of effort and perception of comfort in military personnel.

Keywords: ortostatism; physiological variables; effort; military personnel.

Keypoints

- In P1 there was a significant increase in PP, the same did not happen in P2.
- The increase in HR_{max} in P1 over time was significant. The same did not occur in P2.
- There was no significant difference in % $SatO_2$.

Alterações fisiológicas, percepção subjetiva de esforço e percepção de conforto durante formatura militar: um estudo experimental

Introdução

O ato de ficar em pé e parado, conhecido tecnicamente por posição “quasi-estática” ou “ortostatismo”, pode causar alterações fisiológicas prejudiciais ao organismo e/ou agravar patologias, caso ocorra por longos períodos de tempo(1). Ocorre que uma longa permanência na posição em pé, devido à ação da gravidade, leva a um aumento na concentração sanguínea nos vasos dos membros inferiores, com redução do retorno

venoso e consequente diminuição do volume de ejeção(2). Tal alteração leva a uma diminuição da pressão arterial, o que gera uma resposta do organismo em aumento na frequência cardíaca e na vasoconstrição(2). Durante o exercício, o músculo da panturrilha possui uma atuação importante como uma “bomba muscular”, que ajudará no retorno venoso(3). Porém, a imobilidade ortostática pode dificultar a ação desta bomba muscular, caracterizado por um edema que aumentará o perímetro da panturrilha(4). Em longo prazo, a

exposição frequente à permanência prolongada na posição em pé pode favorecer o surgimento de varizes(5), que são veias dilatadas que perderam a capacidade de fazer o sangue retornar para o coração de maneira eficiente(6). Essa insuficiência é causada, usualmente, por alterações nas paredes dos vasos e deficiência nas válvulas venosas, responsáveis por direcionar o sangue de volta ao coração(7).

A coluna vertebral também pode ser afetada pela permanência excessiva na posição em pé e imóvel, com o aparecimento de deformidades pela sobrecarga nas estruturas vertebrais, antecipação de lesões discais e até artrose da coluna, o que ainda pode ser agravado em caso de formaturas com equipamento e armamento pesados(8). A prevalência de dor nas costas na população em geral é muito alta. Estima-se que de 60 a 90% da população apresente, durante a vida, algum incidente de lombalgia(9).

Em militares, nos Estados Unidos, um estudo mostrou que na população militar a prevalência de lombalgia 70%, maior do que na população em geral, sendo uma das principais causas de afastamento do serviço(10). Os autores explicam que essa alta prevalência pode estar relacionada às cargas e posições que os soldados experimentam durante o treinamento e o combate. Alguns estudos recentes consideram que a permanência por tempo excessivo na posição de pé e estática pode contribuir para as crises de lombalgia e sugerem, para evitar sintomas musculoesqueléticos e dor nas costas, que a permanência na posição em pé, sem carga, não seja maior do que 40 min(11).

Os efeitos deletérios que podem ser causados pelo ortostatismo a longo prazo, podem ser agravados pela sobrecarga externa causada pelo transporte de cargas, como o “fardo de combate”, nome dado à mochila militar com material de uso individual(12). O maior esforço, em virtude do peso adicionado, ainda provoca a realização de discretos movimentos para alterar a postura e redistribuir a pressão nas articulações entre os membros inferiores e os pés(13). Como qualquer outro sistema mecânico, o corpo humano, parado ou em deslocamento, em base instável ou não, é capaz de suportar uma taxa limitada de sobrecarga física interna e/ou externa, que proporcionará

Lista de abreviaturas

OMNI-Res – OMNI-Resistance Exercise Scale

M0 – Momento inicial

M1 – Minuto 1

M6 – Minuto 6

M11 – Minuto 11

M13 – Minuto 13

M16 – Minuto 16

M21 – Minuto 21

M26 – Minuto 26

M31 – Minuto 31

M33 – Momento final

FCmáx – Frequência cardíaca máxima

P1 – Protocolo 1

P2 – Protocolo 2

PSE – Percepção subjetiva de esforço

PP – Perímetro da panturrilha

%SatO₂ – Percentual de saturação de oxigênio

TFM – Treinamento físico militar

adaptações agudas ou crônicas(14). Sendo assim, é necessário que sejam adotadas estratégias para minorar estes malefícios. Uma hipótese é que permitir que o indivíduo fique em um período de livre postura, retirando a carga das costas por um breve período de tempo, durante a formatura militar pode contribuir para diminuir os efeitos prejudiciais relacionados à permanência em posição ortostática com sobrecarga externa de peso.

Há um consenso na literatura sobre a importância de se estudar variáveis como a frequência cardíaca, a saturação de oxigênio, a percepção de esforço e conforto no ortostatismo em condições clínicas(15). Em indivíduos saudáveis, a literatura exhibe estudos sobre as respostas fisiológicas, percepção de esforço e conforto em atividades ocupacionais que exigem a permanência na posição ortostática, porém sem imobilidade e carga (16–20). Também foram encontrados estudos com transporte de carga em deslocamento(21–23). Todavia, não foi identificado nenhum estudo que tivesse examinado o ortostatismo com exigência de imobilidade, suportando

carga externa e seus efeitos sobre variáveis fisiológicas e percepção de esforço e conforto em atividade laboral, o que acontece nas formaturas militares. O que demonstra a lacuna existente sobre o tema. Assim, ressalta-se a relevância do presente estudo no sentido de contribuir para a promoção da saúde da tropa, por meio de apresentar subsídios, aos setores responsáveis, para atualização da doutrina militar, a fim de melhor orientar os comandantes quanto à condução das formaturas.

Observar as alterações de frequência cardíaca máxima (FCMáx), percentual de saturação de oxigênio (%SatO₂), perímetro da panturrilha (PP), percepção subjetiva de esforço (PSE) e de percepção de conforto, comparando períodos de permanência na posição ortostática com e sem breve período de livre postura e com e sem sobrecarga de peso externo. A hipótese é que haverá diferença no comportamento das variáveis, com vantagem para o protocolo com intervalo de descanso sem carga.

Métodos

Desenho de estudo e amostra

Foi realizado um estudo experimental de corte transversal. A amostra foi selecionada por conveniência. Foram convidados para participar do estudo 24 militares do 57º Batalhão de Infantaria Motorizado Escola, do sexo masculino. O critério de inclusão foi contar com, no mínimo, um ano de experiência com formaturas militares. Os critérios de exclusão foram apresentar algum problema de saúde que impossibilitasse participar do experimento e/ou não concordar em participar do estudo.

Aspectos éticos

Todos os procedimentos experimentais foram realizados de acordo com a Declaração de Helsinki e completamente explicados aos participantes antes do início do estudo. Essa pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa de acordo com o número CAAE:55948016.1.0000.5289. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Variáveis de estudo

As variáveis dependentes do estudo foram: frequência cardíaca máxima, percentual de saturação de oxigênio, perímetro da panturrilha da perna direita, percepção subjetiva de esforço e percepção de conforto. Para descrever a amostra foram realizadas medidas antropométricas.

Frequência cardíaca máxima (FCmáx) e percentual de saturação de oxigênio (%SatO₂)

Para a medição tanto da frequência cardíaca máxima (FCmáx) quanto do percentual de saturação de oxigênio (%SatO₂), foi utilizado um oxímetro de dedo digital portátil da marca Accurate®, modelo CMS 50 D. Os indivíduos estavam em pé e a medida foi realizada no dedo indicador da mão direita, relaxado (Figura 1). A fim de se evitar interferência na leitura das variáveis, esta foi realizada após os dados se estabilizarem, com o dedo do indivíduo seco, sem esmalte ou cosméticos na unha e a coleta foi realizada longe de equipamento eletrônicos(24).



Figura 1 – Avaliação da frequência cardíaca máxima (FC_{máx}) e do percentual de saturação de oxigênio %SatO₂.

Perímetro da Panturrilha (PP)

O perímetro da panturrilha (PP) foi mensurado com o indivíduo em pé, com os pés ligeiramente afastados, sem flexão muscular, no ponto de maior circunferência da panturrilha da perna direita. Foram utilizadas

fitas métricas não extensíveis da marca Sanny®(25).

Percepção subjetiva de esforço (PSE)

A escala utilizada para avaliar a percepção subjetiva de esforço (PSE) foi a OMNI-Resistance Exercise Scale (OMNI-Res), que é apropriada para aplicação entre intervalos após atividades neuromusculares(26).

Percepção de conforto

Não foi encontrado um instrumento para medir conforto em estudos em situações semelhantes. Sendo assim, foi desenvolvida para este estudo uma escala de conforto, adaptada de um estudo que também usou uma escala Likert para levantar informações sobre a sensação de conforto dos voluntários. A partir da pergunta “Em relação ao conforto com a atividade, como você está se sentindo?”, era mostrada ao voluntário uma figura (Figura 2), composta de 5 níveis de intensidade progressiva, 1 – Confortável; 2 – Desconforto leve; 3 –Desconfortável; 4 – Desconforto moderado; e 5 – Desconforto intenso. Assim, quanto maiores os escores mais desconfortável o sujeito estará sentindo-se(27).

ESCALA SUBJETIVA DE CONFORTO

1	<u>CONFORTÁVEL</u>
2	<u>DESCONFORTO LEVE</u>
3	<u>DESCONFORTÁVEL</u>
4	<u>DESCONFORTO MODERADO</u>
5	<u>DESCONFORTO INTENSO</u>

Figura 2 – Escala de percepção de conforto

Medidas antropométricas

Para descrever a amostra foram tomadas as medidas antropométricas estatura e massa corporal e calculou-se o Índice de Massa Corporal (IMC) – pela fórmula massa corporal (kg) x estatura (m²).

Procedimento experimental

Os voluntários foram alocados em um único grupo e realizaram os protocolos experimentais no formato *cross-over* – todos

os participantes passaram por ambos protocolos de estudo. Os trabalhos foram desenvolvidos em três visitas. Na primeira visita, foram apresentados os objetivos do estudo, foi feita a assinatura do termo de consentimento, realizadas as medidas antropométricas e a familiarização com as escalas. Na segunda visita, foi aplicado o protocolo 1 e, com um intervalo de 48 horas, foi feita a última visita, na qual foi aplicado o protocolo 2. Todos os participantes executaram os dois protocolos utilizando uniforme militar camuflado com “cobertura” (gorro militar), “fardo aberto” (suspensório e cinto), “fardo de combate” (mochila militar, pesando aproximadamente 15 kg), coturno e calção de TFM.

Protocolo 1 (P1)

No protocolo 1 (P1), os militares participaram de uma simulação de formatura, com “fardo de combate” (mochila operacional com material individual, pesando em torno de 15Kg) com duração de 33 minutos, em que foi comandado “sentido-descansar” a cada 5 minutos. No decorrer do protocolo, foram avaliados a FC_{máx}, o %SatO₂, o PP, a PSE e a percepção de conforto. A FC_{máx} e o %SatO₂ foi avaliado no momento inicial (M0) e após 1 minuto (M1). Depois, estas variáveis foram medidas a cada 5 minutos (M6, M11, M16, M21, M25, M31 e M33), sendo M33 o momento final da simulação da formatura. O PP foi medido na perna direita, em 3 momentos, M0, M13 e M33. A PSE foi medida em M33 e a percepção de conforto em M13 e M33 (Figura 2).

Protocolo 2 (P2)

No protocolo 2 (P2), os militares participaram de uma simulação de formatura, com “fardo de combate” (mochila operacional com material individual, pesando em torno de 15Kg) com duração de 33 minutos, em que foi comandado “sentido-descansar” a cada 5 minutos (igual ao P1). Diferentemente de P1, ao 16º minuto de formatura (M16), foi dado o comando de “à vontade”, quando os militares realizaram um período de livre postura: permanecendo na posição em pé, porém, sem manter a imobilidade, podendo movimentar discretamente as pernas e com os braços a frente do corpo com a mão esquerda

envolvendo o punho direito. Nesse período, os militares também retiraram a carga externa das costas, colocando a mochila militar (fardo de combate) no solo, à frente do corpo, assim os voluntários permaneceram em pé e com livre postura por cinco minutos.



Análise Estatística

As variáveis analisadas foram apresentadas pela média \pm desvio padrão e testadas quanto à normalidade na distribuição dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk e quanto à homogeneidade pelo teste de Levene. As variáveis apresentaram distribuição normal e homogeneidade ($p \geq 0,05$), com exceção da percepção de conforto e PSE. Para avaliar o efeito dos protocolos sobre as variáveis ao longo do tempo, utilizou-se a ANOVA de medidas repetidas. Para estimar as diferenças em variáveis não-paramétricas foram realizados testes estatísticos U de Mann-Whitney e Wilcoxon para amostras dependentes. As análises foram realizadas no software SPSS versão 21.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). adotando-se um nível de significância de $p \leq 0,05$.

Resultados

A média de idade dos participantes foi de 24,25 ($\pm 9,59$) anos, pesavam em média 77,77 ($\pm 11,09$) kg, com média de altura de 177,94 ($\pm 6,44$) cm, e a média do Índice de Massa Corporal foi de 24,59 ($\pm 3,54$) Kg/m²).

A Tabela 1 apresenta os resultados de percepção de conforto no minuto 13 (M13) e no minuto 33 (M33), e PSE em M33, em P1 e P2. Em relação à percepção de conforto, houve diferença significativa entre M13 e M33, em P1 ($p = 0,010$) e em P2 ($p = 0,004$). Não houve diferença significativa entre os protocolos em M13 ($p = 0,971$) e em M33 ($p = 0,068$). Em relação à PSE, não houve diferença significativa entre os protocolos ($p = 0,441$).

O Gráfico 1 exhibe a variação, ao longo do tempo, em P1 e P2 das variáveis FC_{\max} e %SatO₂. Observa-se que o aumento da FC_{\max} em P2 foi progressivo, sendo que em M16 houve ligeira diminuição, enquanto em P1 houve picos de elevação da FC_{\max} em M16, M21 e M26. Quanto à %SatO₂, não houve diferenças acentuadas.

A Tabela 2 apresenta as alterações fisiológicas em P1 e P2, ao longo do tempo. Houve diferença significativa em M13 no PP, sendo menor em P2 ($p=0,024$). Nas demais variáveis fisiológicas, não foram observadas alterações significativas. O Gráfico 2 exhibe a análise gráfica das variações de PP em P1 e P2.

A Tabela 3 apresenta os resultados da correlação do PP com PSE e percepção de conforto. Não houve correlação de PP com PSE nem com percepção de conforto ($p>0,05$).

Tabela 1 – Percepção de conforto e percepção subjetiva de esforço (PSE)

Variáveis	M13	M33	M33
	Percepção de Conforto		PSE
P1	2,50 \pm 0,72	3,29 \pm 0,75*	5,05 \pm 1,52
P2	2,46 \pm 0,59	2,88 \pm 0,74*	4,71 \pm 1,49

P1: Protocolo 1; P2: Protocolo 2; M13: Minuto 13; M33: Minuto 33; PSE: Percepção subjetiva de esforço. Significância estatística, resultante do teste U de Mann-Whitney entre os protocolos, e Wilcoxon entre M13 e M33: * $p \leq 0,05$.

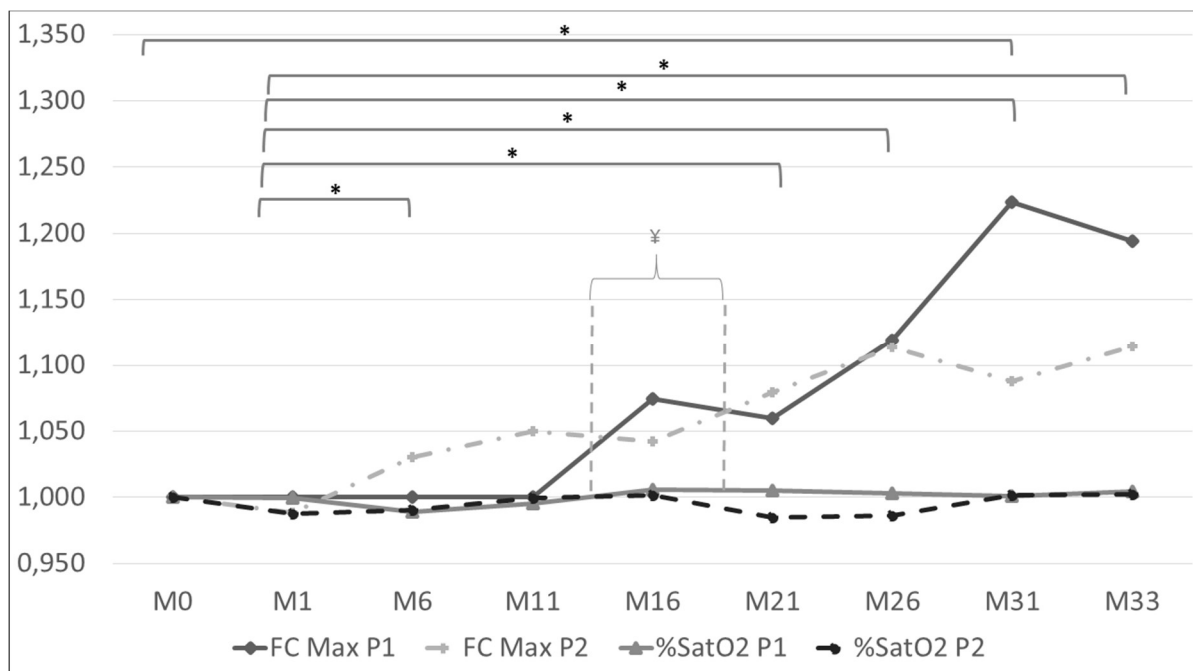


Gráfico 1 – Comportamento das variáveis $FC_{máx}$ e $\%SatO_2$ ao longo do tempo em P1 e P2. **P1**: Protocolo 1; **P2**: Protocolo 2; $FC_{máx}$: frequência cardíaca máxima; $\%SatO_2$: percentual de saturação de oxigênio; **M**: minuto; ¥: período de 5 minutos de “livre postura” executado no Protocolo 2. Significância estatística, resultante do teste ANOVA de medidas repetidas: * $p \leq 0,05$.

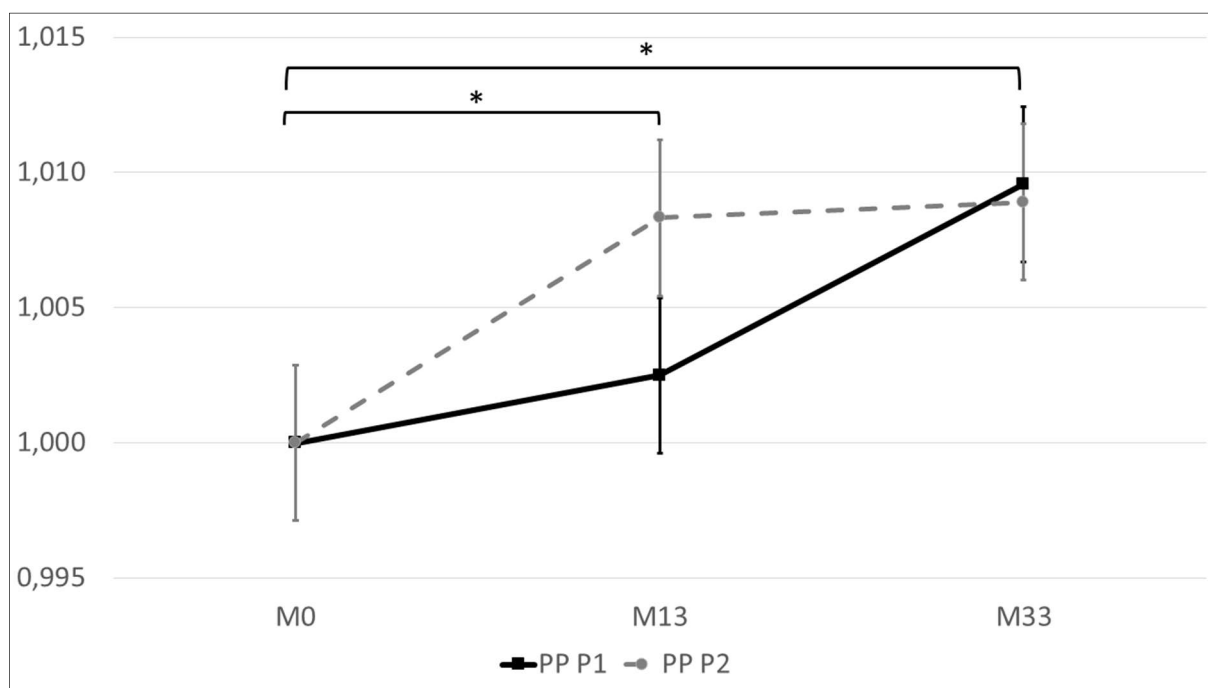


Gráfico 2 – Comportamento do perímetro da panturrilha ao longo do tempo em P1 e P2. **P1**: Protocolo 1; **P2**: Protocolo 2; **PP**: Perímetro da Panturrilha; **M0**: Minuto 0; **M13**: Minuto 13; **M33**: Minuto 33. Significância estatística, resultante do teste ANOVA fatorial (Momentos x Protocolos): * $p \leq 0,05$.

Tabela 2 – Alterações fisiológicas em P1 e P2 ao longo do tempo (M0 – M33)

Variáveis	M0	M11	M13	M33
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
PP P1 (cm)	38,30 ± 3,27	-	38,38 ± 3,24	38,68 ± 3,59
PP P2 (cm)	37,98 ± 3,59	-	38,30 ± 3,58 *	38,29 ± 3,19
FCmáx P1 (bpm)	72,67 ± 15,61	77,08 ± 12,69	-	80,00 ± 12,80
FCmáx P2 (bpm)	75,58 ± 20,61	75,67 ± 11,49	-	80,08 ± 12,16
%SatO ₂ P1 (%)	97,04 ± 6,04	96,08 ± 4,50	-	97,00 ± 2,13
%SatO ₂ P2 (%)	96,96 ± 2,82	96,83 ± 2,68	-	97,08 ± 3,11

P1: Protocolo 1; P2: Protocolo 2; PP: Perímetro da Panturrilha; FC_{máx}: frequência cardíaca máxima; %SatO₂: percentual de saturação de oxigênio; M0: Minuto 0; M11: Minuto 11; M13: Minuto 13; M33: Minuto 33; DP: desvio padrão. Significância estatística resultante do teste de ANOVA fatorial (Momentos x Protocolos): * $p \leq 0,05$.

Tabela 3 – Correlação de perímetro da panturrilha (PP) com percepção de subjetiva de esforço (PSE) e percepção de conforto, em P1 e P2

Perímetro da Panturrilha (PP)	M13		M33
	Escala de Percepção de Conforto		PSE
P1	$p = 0,825$	$p = 0,082$	$p = 0,390$
P2	$p = 0,364$	$p = 0,219$	$p = 0,228$

PP: Perímetro da panturrilha; P1: Protocolo 1; P2: Protocolo 2; M13: Minuto 13; M33: Minuto 33; PSE: percepção subjetiva de esforço. p : p-valor resultados do teste de Correlação de Spearman.

Discussão

Os principais achados do presente estudo foram que houve aumento significativo do PP em P2 entre M0 e M13. E não houve diferença significativa em nenhuma das variáveis comparando-se os protocolos P1 e P2. À medida que o tempo avançou, com manutenção da posição ortostática, com a máxima imobilidade e sustentando carga externa passava, houve um aumento progressivo do PP entre os momentos avaliados, M0, M13 e M33 (Gráfico 1). Em P2, houve um aumento significativo do PP no período de M0 para M13, sendo que após o período de descanso (M16), o PP praticamente não se alterou (Gráfico 2). Em P1, protocolo onde não houve o período de 5 minutos de livre postura e sem carga no meio da formatura, o

aumento do PP, mesmo sem diferença significativa, foi maior em P1 do que em P2. A imobilidade na posição ortostática dificulta o retorno venoso, o que causa edema nos membros inferiores(29). Em um estudo sobre alterações venosas em diversas ocupações profissionais, foi encontrado um aumento de volume de 2,6 a 3,6% nos membros inferiores, após situação ortostática(30). No presente estudo, o edema (aumento do volume hidrostático) por imobilidade foi identificado pelo aumento da circunferência da panturrilha(31,32). O edema venoso por imobilidade em posição ortostática, em indivíduos saudáveis, ocorre por falta de ação da bomba muscular e pode ser evitado por intervalos para a realização de movimentos intermitentes(20,29,30,33,34). Os achados

deste estudo corroboram a literatura, uma vez que o intervalo de 5 minutos, em que os voluntários puderam ficar em livre postura e sem a carga da mochila, realizado de M16 a M21, foi suficiente para que o aumento do edema de M13 para M33 fosse menor em P2 do que em P1, indicando um efeito protetor para os militares.

Ao longo da atividade de formatura, o aumento da $FC_{\text{máx}}$ foi observado em ambos os protocolos (Gráfico 1). Isto pode ser explicado por que P1 e P2 foram ambos delineados com a aplicação de sobrecarga (mochila militar), pois, de acordo com estudo prévio, a frequência cardíaca pode aumentar, em média, 9 bpm na posição ortostática com carga externa(35). Além disso, uma longa permanência na posição em pé, devido à ação da gravidade, leva a um aumento na concentração sanguínea nos vasos dos membros inferiores, caracterizado por um edema nesta região, com redução do retorno venoso e consequente diminuição do volume de ejeção(2). Tal alteração leva a uma diminuição da pressão arterial e, em contrapartida, o organismo responde aumentando a frequência cardíaca e a vasoconstrição(2), havendo, portanto, uma relação de ortostatismo adicionado de carga externa com aumento do perímetro da panturrilha e da frequência cardíaca. Neste estudo, apesar de não ter havido diferença significativa entre os valores da $FC_{\text{máx}}$ entre os protocolos, ou seja, na comparação entre os momentos em P1 em relação aos mesmos momentos em P2, em ambos a $FC_{\text{máx}}$ elevou-se ao longo do tempo. observa-se um aumento significativo na $FC_{\text{máx}}$ ao longo do tempo apenas em P1, após o minuto 21 em relação aos momentos iniciais, M0 e M1 (Gráfico 1). O aumento do perímetro da panturrilha foi maior em P1 do que em P2, de M13 para M33. Em P2, os voluntários realizaram um período de 5 minutos de livre postura e sem carga, iniciando no minuto 16 e até o minuto 21. Estes achados sugerem que a posição ortostática e com carga externa contribuiu para elevar a frequência cardíaca, como consequência das adaptações do corpo ao longo da formatura. Assim, realizar um período de livre postura e sem carga pode diminuir o esforço fisiológico da atividade.

Apesar do achado do aumento significativo do esforço fisiológico apenas em P1, caracterizado pelo aumento da $FC_{\text{máx}}$ e do PP, isto não se refletiu na percepção de esforço e conforto. A PSE e a percepção de conforto têm sido estudadas em diferentes contextos (19,36,37), porém, não foram encontrados estudos que tenham avaliado estas variáveis em uma situação de formatura militar com carga externa. De acordo com a literatura, uma das principais causas da sensação de desconforto durante atividades em postura imóvel ortostática por longos períodos de tempo, mais do que a fadiga muscular causada pelo esforço, é o edema venoso nas extremidades que provoca inchaço nas pernas(31,36). O presente estudo não corrobora esta afirmação, uma vez que houve aumento progressivo do perímetro da panturrilha durante o experimento e não foi encontrada relação entre PP e a percepção de conforto e a PSE, nos momentos avaliados, tanto em P1 quanto em P2 (Tabela 3). Essa discrepância com a literatura pode ser devida ao tipo de população em estudo. Os estudos prévios não foram feitos em militares, o que sugere que o treinamento militar promove maior resistência à sensação de desconforto do que outras populações. Além disso, apesar de, não foi encontrada diferença significativa na escala de percepção de conforto na comparação entre P1 e P2 no momento 13, tampouco foi encontrada diferença significativa entre P1 e P2 no momento 33. Em relação especificamente à percepção de conforto, foi encontrada diferença significativa entre M13 e M33, tanto em P1 quanto em P2. Ou seja, o desconforto aumentou significativamente, independente dos voluntários terem realizado a livre postura ou não. Sendo assim, o intervalo de livre postura e sem a carga externa parece não influenciar na percepção de esforço e conforto, uma vez que o comportamento destas variáveis foi igual em ambos os protocolos. Isto ocorreu, provavelmente, pela experiência dos participantes do estudo em formaturas militares.

Pontos fortes e limitações do estudo

Pontos forte e limitações do estudo

Este estudo teve como ponto forte não ter sido encontrado outro estudo que analisasse as

alterações fisiológicas proporcionadas pela permanência em posição ortostática, com o máximo de imobilidade e sustentando carga externa, situação que ocorre em formaturas militares. Outro ponto forte foi o fato do experimento ter sido desenvolvido próximo à situação real de uma formatura militar. Outro ponto forte do estudo foi a apresentação de uma escala de percepção de conforto.

Dentre as limitações do estudo está o fato de a entrada nos protocolos não ter sido aleatória. Isto ocorreu porque, para a simulação de uma formatura militar, todos deveriam ser submetidos ao experimento de maneira coletiva e, devido às missões do batalhão e o número de voluntários necessários para a realização do estudo, ficou inexecutável que se realizasse a simulação de duas formaturas para cada voluntário.

Outra limitação foi a utilização da escala de PSE OMNI-Res que se propõe a estimar a percepção de esforço muscular, após períodos de descanso em ações dinâmicas, podendo, por conseguinte, haver limitações em uma atividade estática, como a formatura militar.

Conclusão

O presente estudo examinou as alterações em $FC_{\text{máx}}$, %SatO₂, PP, PSE e percepção de conforto durante uma simulação de formatura militar, comparando períodos de permanência na posição ortostática com e sem breve período de livre postura e com e sem sobrecarga de peso externo. Os resultados mostraram que realizar um período de livre postura durante 5 minutos sem a carga externa (fardo de combate), em atividades que exijam a permanência na posição ortostática por períodos de tempo acima de 30 minutos, com carga externa, parece exercer um efeito protetor no edema da panturrilha e retardar a elevação da frequência cardíaca ao longo do tempo – o que pode ajudar a prevenir a hipotensão ortostática.

A falta de correlação das percepções de esforço e de conforto indica que, em militares, tais percepções não se alteram frente a alterações fisiológicas de adaptação ao esforço de uma formatura com carga externa. Tais resultados podem ser devidos ao treinamento militar que pode aumentar a resistência física e psicológica para esse tipo de esforço. Nessa

perspectiva, outros estudos devem ser conduzidos com a utilização de grupo controle que seja composto de indivíduos não militares. Além disso, pode-se sugerir que se avalie a atividade cortical para avaliar as diferenças entre pessoas treinadas e não treinadas na realização dessa tarefa.

Os achados do presente estudo forneceram mais informações para a literatura científica sobre os efeitos do ortostatismo, com máxima imobilidade e sustentando carga externa, sobre o corpo humano. Além disso, contribuíram com subsídios científicos aos comandantes, em todos níveis, para que conduziram suas cerimônias militares, utilizando o período de livre postura e sem carga como estratégia para minorar o desgaste físico desta atividade sobre os militares.

Agradecimentos

Agradecemos ao comando do 57º Batalhão de Infantaria Motorizado (Escola) pelo prestimoso apoio, sem o qual não seria possível a realização deste estudo.

Declaração de conflito de interesses

Não há nenhum conflito de interesses em relação ao presente estudo.

Declaração de financiamento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

1. Sassard J, Vincent M, Annat G, Bizollon CA. A Kinetic Study of Plasma Renin and Aldosterone During Changes of Posture in Man. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. [Online] 1976;42(1): 20–27. Available from: doi:10.1210/jcem-42-1-20
2. Assar MD, Krahm AD, Klein GJ, Yee R, Skanes AC. Optimal duration of monitoring in patients with unexplained syncope. *The American Journal of Cardiology*. [Online] 2003;92(10): 1231–1233. Available from: doi: 10.1016/j.amjcard.2003.07.042
3. Dezotti NRA, Joviliano EE, Toma MK, Moriya T, Piccinato CE. Estudo da

- hemodinâmica venosa por meio da pletismografia a ar no pré e pós-operatório de varizes dos membros inferiores. *Jornal Vascular Brasileiro*. [Online] 2009;8(1): 21–28. Available from: doi:10.1590/S1677-54492009000100004
4. Belczak CEQ, Godoy JMP de, Seidel AC, Silva JA, Cavalheri Junior G, Belczak SQ. Influência da atividade diária na volumetria dos membros inferiores medida por perimetria e pela pletismografia de água. *Jornal Vascular Brasileiro*. 2004; 304–310.
 5. Tuchsén F, Hannerz H, Burr H, Krause N. Prolonged standing at work and hospitalisation due to varicose veins: a 12-year prospective study of the Danish population. *Occupational and Environmental Medicine*. [Online] 2005;62(12): 847–850. Available from: doi:10.1136/oem.2005.020537
 6. Antani MR, Dattilo JB. *Varicose Veins*. StatPearls. [Online] Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2019. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470194/> [Accessed: 28th October 2019]
 7. DePopas E, Brown M. Varicose Veins and Lower Extremity Venous Insufficiency. *Seminars in Interventional Radiology*. [Online] 2018;35(1): 56–61. Available from: doi:10.1055/s-0038-1636522
 8. Hoogendoorn WE, Bongers PM, de Vet HC, Douwes M, Koes BW, Miedema MC, et al. Flexion and rotation of the trunk and lifting at work are risk factors for low back pain: results of a prospective cohort study. *Spine*. [Online] 2000;25(23): 3087–3092. Available from: doi:10.1097/00007632-200012010-00018
 9. Helfenstein Junior M, Goldenfum MA, Siena C. Occupational low back pain. *Revista da Associação Médica Brasileira*. [Online] 2010;56(5): 583–589. Available from: doi:10.1590/S0104-42302010000500022
 10. Berry DB, Rodríguez-Soto AE, Su J, Gombatto SP, Shahidi B, Palombo L, et al. Lumbar spine postures in Marines during simulated operational positions. *Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of the Orthopaedic Research Society*. [Online] 2017;35(10): 2145–2153. Available from: doi:10.1002/jor.23510
 11. Coenen P, Parry S, Willenberg L, Shi JW, Romero L, Blackwood DM, et al. Associations of prolonged standing with musculoskeletal symptoms-A systematic review of laboratory studies. *Gait & Posture*. [Online] 2017;58: 310–318. Available from: doi:10.1016/j.gaitpost.2017.08.024
 12. Brasil Comando de Operações Terrestres. *Aprestamento e pronto operacional*. EB70-CI-11.404. 1a Ed. Brasília; 2014. 2014; Available from: <http://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/120> [Accessed: 28th October 2019]
 13. Duarte M. *Análise estabilográfica da postura ereta humana quasi-estática*. [Online] [text] Universidade de São Paulo; 2000. Available from: doi: 10.11606/T.39.2007.tde-07022007-070941 [Accessed: 28th October 2019]
 14. Bridger R. *Introduction to Ergonomics*, Second Edition. 2 edition. London; New York: CRC Press; 2003. 568 p.
 15. Sibinelli M, Maioral DC, Falcão ALE, Kosour C, Dragosavac D, Lima NMFV. Efeito imediato do ortostatismo em pacientes internados na unidade de terapia intensiva de adultos. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*. [Online] 2012;24(1): 64–70. Available from: doi:10.1590/S0103-507X2012000100010
 16. Ngomo S, Messing K, Perrault H, Comtois A. Orthostatic symptoms, blood pressure and working postures of factory and service workers over an observed workday. *Applied Ergonomics*. [Online] 2008;39(6): 729–736. Available from: doi: 10.1016/j.apergo.2007.11.004
 17. Antle DM, Vézina N, Côté JN. Comparing standing posture and use of a sit-stand stool: Analysis of vascular, muscular and discomfort outcomes during simulated industrial work. *International Journal of*

- Industrial Ergonomics*. [Online] 2015;45: 98–106. Available from: doi: 10.1016/j.ergon.2014.12.009
18. Antle DM, Cormier L, Findlay M, Miller LL, Côté JN. Lower limb blood flow and mean arterial pressure during standing and seated work: Implications for workplace posture recommendations. *Preventive Medicine Reports*. [Online] 2018;10: 117–122. Available from: doi: 10.1016/j.pmedr.2018.02.016
 19. Halim I, Omar AR, Saman AM, Othman I. Assessment of Muscle Fatigue Associated with Prolonged Standing in the Workplace. *Safety and Health at Work*. [Online] 2012;3(1): 31–42. Available from: doi:10.5491/SHAW.2012.3.1.31
 20. Messing K, Kilbom A. Standing and very slow walking: foot pain-pressure threshold, subjective pain experience and work activity. *Applied Ergonomics*. [Online] 2001;32(1): 81–90. Available from: doi:10.1016/s0003-6870(00)00030-2
 21. Knapik JJ, Reynolds KL, Harman E. Soldier load carriage: historical, physiological, biomechanical, and medical aspects. *Military Medicine*. [Online] 2004;169(1): 45–56. Available from: doi:10.7205/milmed.169.1.45
 22. Majumdar D, Pal MS, Majumdar D. Effects of military load carriage on kinematics of gait. *Ergonomics*. [Online] 2010;53(6): 782–791. Available from: doi:10.1080/00140131003672015
 23. Seay JF. Biomechanics of Load Carriage-Historical Perspectives and Recent Insights. *Journal of Strength and Conditioning Research*. [Online] 2015;29 Suppl 11: S129-133. Available from: doi:10.1519/JSC.0000000000001031
 24. Powers SK, Dodd S, Freeman J, Ayers GD, Samson H, McKnight T. Accuracy of pulse oximetry to estimate HbO₂ fraction of total Hb during exercise. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.: 1985). [Online] 1989;67(1): 300–304. Available from: doi:10.1152/jappl.1989.67.1.300
 25. Zanutti J, Wender MCO. Relação entre o estado nutricional, frequência alimentar e nível de atividade física em idosas institucionalizadas. *RBONE - Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*. 2018;12(73): 655-664–664.
 26. Robertson RJ, Goss FL, Rutkowski J, Lenz B, Dixon C, Timmer J, et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. [Online] 2003;35(2): 333–341. Available from: doi: 10.1249/01.MSS.0000048831.15016.2A
 27. Picu L. Evaluation of human exposure to whole-body vibration - verification method of Stevens's power law. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference-SGEM*. [Online] Varna, Bulgaria; p. 413–420. Available from: doi:10.5593/sgem2018/5.2/S20.055
 28. Ferguson B. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 9th Ed. 2014. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*. 2014;58(3): 328.
 29. Estalayo-Gutiérrez B. Edema y dolor de pierna. La fisiopatología en el punto de mira: a propósito de un caso. *SEMERGEN - Medicina de Familia*. [Online] 2013;39(8): e75–e78. Available from: doi:10.1016/j.semerg.2012.07.012
 30. Krijnen RM, de Boer EM, Bruynzeel DP. Epidemiology of venous disorders in the general and occupational populations. *Epidemiologic Reviews*. [Online] 1997;19(2): 294–309. Available from: doi: 10.1093/oxfordjournals.epirev.a017959
 31. Madeleine P, Voigt M, Arendt-Nielsen L. Subjective, physiological and biomechanical responses to prolonged manual work performed standing on hard and soft surfaces. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. [Online] 1998;77(1–2): 1–9. Available from: doi:10.1007/s004210050292

32. Yamazaki F, Okuno C, Nagamatsu S, Sone R. Effects of whole-body and local thermal stress on hydrostatic volume changes in the human calf. *European Journal of Applied Physiology*. [Online] 2002;88(1-2): 61-66. Available from: doi:10.1007/s00421-002-0688-z
33. Uda S, Seo A, Yoshinaga F. Swell-preventing effect of intermittent exercise on lower leg during standing work. *Industrial Health*. [Online] 1997;35(1): 36-40. Available from: doi:10.2486/indhealth.35.36
34. Bertoldi CM da L, Proença RP da C. Doença venosa e sua relação com as condições de trabalho no setor de produção de refeições. *Revista de Nutrição*. [Online] 2008;21(4): 447-454. Available from: doi:10.1590/S1415-52732008000400009
35. Holewijn M. Physiological strain due to load carrying. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. [Online] 1990;61(3-4): 237-245. Available from: doi:10.1007/bf00357606
36. Kim JY, Stuart-Buttle C, Marras WS. The effects of mats on back and leg fatigue. *Applied Ergonomics*. [Online] 1994;25(1): 29-34. Available from: doi:10.1016/0003-6870(94)90028-0
37. Bergström A, Håkansson Å, Warrén Stomberg M, Bjerså K. Comfort Theory in Practice-Nurse Anesthetists' Comfort Measures and Interventions in a Preoperative Context. *Journal of Perianesthesia Nursing: Official Journal of the American Society of PeriAnesthesia Nurses*. [Online] 2018;33(2): 162-171. Available from: doi:10.1016/j.jopan.2016.07.004