MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO
CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO

CURSO DE INSTRUTOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA

ALUNO: Carlos Eduardo **Janô** Marinho – 1° Ten Inf
ORIENTADOR: Runer Augusto Marson – Prof. Dr.

EFEITO DA SUSTENTAÇÃO DE EQUIPAMENTO MILITAR NO COMPORTAMENTO ELETROMIOGRÁFICO DOS MÚSCULOS DA PERNA NA MANUTENÇÃO DA POSIÇÃO QUASE ESTÁTICA.

Rio de Janeiro - RJ
2021

ALUNO: Carlos Eduardo **Janô** Marinho – 1º Tenente

EFEITO DA SUSTENTAÇÃO DE EQUIPAMENTO MILITAR NO COMPORTAMENTO ELETROMIOGRÁFICO DOS MÚSCULOS DA PERNA NA MANUTENÇÃO DA POSIÇÃO QUASE ESTÁTICA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para conclusão da graduação em Educação Física na Escola de Educação Física do Exército.

ORIENTADOR: Runer Augusto Marson – Prof. Dr.

Rio de Janeiro – RJ
2021

MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO
CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO

ALUNO: Carlos Eduardo **Janô** Marinho – 1º Tenente

EFEITO DA SUSTENTAÇÃO DE EQUIPAMENTO MILITAR NO COMPORTAMENTO ELETROMIOGRÁFICO DOS MÚSCULOS DA PERNA NA MANUTENÇÃO DA POSIÇÃO QUASE ESTÁTICA.

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aprovado em 01 de DEZEMBRO de 2021

Banca de Avaliação

Laércio Camilo Rodrigues – TC Inf
Avaliador

Ricardo Alexandre Falcão – Maj Inf
Avaliador

Runer Augusto Marson – Prof. Dr.
Avaliador

RESUMO

INTRODUÇÃO: O transporte de cargas é uma atividade rotineira no cotidiano do militar. Isso pode resultar em lesões, diminuição da capacidade combativa e no encurtamento da duração em combate do nosso Exército. Para isso, precisamos saber quanto está sendo exigido dos músculos ao adicionarmos peso para nossos militares carregarem. **OBJETIVO:** Analisar a ativação dos músculos *gastrocnemius lateralis* (GNL) e *tibialis anterior* (TBA) por meio da eletromiografia de superfície, durante a sustentação de equipamento militar (mochila de combate, o fuzil e a metralhadora MAG) na posição quase estática. **MÉTODOS:** Participaram do estudo 16 militares experientes do sexo masculino (n=16). A análise eletromiográfica (Delsys, modelo Trigno Wireless) foi realizada, durante 90 segundos na posição ortostática, em três condições: transportando somente a mochila, mochila mais fuzil e mochila mais metralhadora MAG. Os eletrodos de superfície sem fio (TrignoTM) foram posicionados no GNL e TBA. Após essa coleta, os militares realizaram um teste de contração isométrica voluntária máxima (CIVM) para ser usado como referência. As variáveis foram analisadas por meio do teste de Friedman de duas vias para análise de variância de amostras relacionadas. **RESULTADOS:** Evidenciou-se o peso da massa corporal total significantemente diferente em todas as situações. Os resultados da análise eletromiográfica foram comparadas ao teste de CIVM e as três condições não foram estatisticamente significantes entre si, para ambos os músculos coletados. **CONCLUSÃO:** Os militares carregaram um peso significante estatisticamente, mas que, mesmo assim, não foi suficiente para apresentar diferenças significantes na ativação muscular do GNL e TBA. Esses resultados mostraram que os pesos do Fuzil e da MAG não exigiram ativação muscular significante a mais, além da ativação mínima para suportar a mochila.

Palavras-chave: Carga; eletromiografia; exército; *gastrocnemius lateralis;* ortostática; *Tibialis anterior*.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Load carriage is a routine activity in the daily life of the military. This can result in injuries, decreased combat capability and shortened combat duration for our Army. So, we need to know how much muscle is being required as we add weight for our military to carry. **OBJECTIVE**: To analyze the activation of the *gastrocnemius lateralis* (GNL) and *tibialis anterior* (TBA) muscles through electromyography, when the combat backpack, rifle and MAG machine gun are transported. **METHODS**: 16 experienced male military personnel (n=16) participated in the study. Electromyographic analysis (Delsys, Trigno Wireless model) was performed, for 90 seconds in the standing position, under three conditions: carrying only the backpack, backpack plus rifle and backpack plus MAG machine gun. Wireless surface electrodes (TrignoTM) were placed on GNL and TBA. After this collection, the military performed a test of maximum voluntary isometric contraction (MVIC) to be used as a later reference. Variables were analyzed using the two-way Friedman test for analysis of variance of related samples. **RESULTS**: The weight of the total body mass was significantly different in all situations. The results of the electromyographic analysis were compared to the MVIC test and the three conditions were not statistically significant to each other, for both muscles collected. **CONCLUSION**: The military carried a statistically significant weight, but that, even so, was not enough to present significant differences in the muscle activation of GNL and TBA. These results showed that the Rifle and MAG weights did not require significant additional muscle activation, in addition to the minimal activation to support the backpack.

Keywords: Army; charge; electromyography; *gastrocnemius lateralis*; orthostatic; *Tibialis anterior*.

INTRODUÇÃO

Durante a atividade militar, os profissionais são, por vezes, exigidos da sua capacidade física para realizar o transporte de cargas. Essa atividade é realizada utilizando equipamentos básicos para o militar durar na ação, como por exemplo: a mochila de combate, na qual o indivíduo irá carregar os itens necessários para sobrevivência pessoal, e o seu armamento que irá lhe fornecer a segurança e proteção.

Segundo Lindner *et al.* (1), devido a esse alto esforço físico, às tarefas específicas realizadas e ao grande peso transportado, os militares estão sujeitos a um risco maior de sofrerem algum tipo de lesão. O aumento desse peso transportado reflete no aumento da tensão dos músculos dos membros inferiores, que estão estritamente relacionados com as lesões.

O estudo supracitado mostrou algumas dessas lesões (1), como por exemplo: a relação direta entre a atividade modificada do músculo *tibialis anterior* e as dores na canela; afirmou, também, que a atividade do músculo *rectus femoris* está associada com dores no joelho e mostrou, ainda, que o *gastrocnemius lateralis*, em conjunto com movimentos inadequados, promove tendinopatia de Aquiles.

Nessa situação de transportar carga, o militar é submetido a um desequilíbrio natural, nesse momento ele irá buscar o controle postural para se manter equilibrado. Essa capacidade é definida, segundo Rugelj e Sevsek (2), como a propriedade para se manter a postura ereta, determinada pelo movimento do centro de pressão do corpo humano.

Mas não é somente carregar peso de qualquer forma, o mais importante nessa atividade é a localização que o indivíduo irá transportar tal carga no seu corpo. É justamente nesta decisão que irá refletir como os músculos dos membros inferiores vão se comportar para manter o equilíbrio já citado anteriormente.

Quanto mais distante estiver do centro de massa corporal, maior será a oscilação postural. Knapik *et al.* (3), cita que quanto mais alto a carga é transportada, maior é o desequilíbrio; mostrando que pesos carregados sobre a cabeça, por exemplo, promovem maior balanço corporal.

Ainda em Knapik *et al.* (3), a maneira de se transportar a carga também irá trazer reflexos ao militar, no que diz respeito à biomecânica e à fisiologia humana. Neste caso, mostrando que distribuir o peso na parte anterior e posterior do corpo, como uma mochila dupla, vai exigir menos energia do militar; promovendo menor inclinação do corpo, porém limitando o movimento dos braços e aumentando a temperatura corporal.

Outra análise, feita por Birrell *et al.* (4), mostrou que a distribuição da carga elevada também altera a força de reação do solo, promovendo o equilíbrio do corpo. Em sua conclusão,

mostrou o aumento progressivo dessa força supracitada em relação a uma carga de 60% do peso corporal e com foco no transporte; relatando, também, sobre o armamento militar.

Com tudo isso, no nosso estudo, para mensurarmos esse equilíbrio ortostático frente a uma variação de carga, utilizamos da eletromiografia de superfície (EMG). Essa escolha foi feita levando-se em consideração que esse exame irá nos fornecer as unidades motoras ativadas durante a sobrecarga do indivíduo e a taxa de descarga produzida, nos mostrando o comportamento muscular (5).

Nessa parte da literatura, pouco se tem falado sobre o efeito da sustentação da mochila militar e do armamento sobre a posição ortostática, analisado pelo comportamento eletromiográfico.

Esta lacuna necessita ser aprofundada, visto que é a atividade básica militar, logo trará um benefício para a instituição Exército Brasileiro. Gerando adaptações, ou sugestões, visando melhorar o controle postural dos nossos militares. Tudo com a finalidade de reduzir lesões já supracitadas; melhorando, assim, a capacidade combativa da força terrestre.

Desta forma, este estudo tem por objetivo avaliar os efeitos da sustentação da mochila e do armamento militar no comportamento eletromiográfico dos músculos da perna na manutenção da posição quase estática.

MÉTODOS

Delineamento da Pesquisa

É uma pesquisa quase-experimental de estudo aplicado, transversal e dados quantitativos. Os participantes foram compostos de militares experientes e foram submetidos a três condições, onde tiveram que sustentar a mochila de combate, em outro momento sustentaram a mochila de combate junto com a Metralhadora MAG, representada pelo fuzil Mauser com peso similar, e em um terceiro momento a mochila de combate junto com o fuzil Mauser, este simulando o peso do Fuzil Automático Leve. Estes momentos foram comparados com base nas variáveis do sinal eletromiográfico de dois músculos: G*astrocnemius lateral* e *tibialis anterior.*

Amostra

A amostra foi do tipo não probabilístico de caráter voluntário e foi constituída por 16 participantes (sexo masculino; idade: 27,5±4,9 anos; massa corporal total: 77,2±9,3 kg; estatura: 176,8±5,1 cm), militares experientes (> 6 anos de serviço e experiência em sustentação de carga). Todos os participantes eram alunos no Curso de Instrutor da Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx).

Ética em Pesquisa

Todos os participantes da pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), de acordo com a Resolução 466/2012, do Conselho Nacional da Saúde. No termo, consta todos os procedimentos a serem realizados pelos participantes, o objetivo da referida pesquisa e o caráter de voluntariedade do participante.

Este trabalho faz parte de um estudo que visa analisar os efeitos da sustentação de cargas na postura ortostática em militares do Exército Brasileiro. Este estudo está registrado com o código CAEE 48000321.3.0000.9433.

Instrumentos

Para a coleta dos dados, foram utilizados os seguintes equipamentos: 01 (uma) plataforma de força, marca Bertec® (EUA) modelo digital acquire; 01 (uma) balança modelo PL2007, marca Filisola® (Brasil); 01 (um) estadiômetro, marca Sanny® (Brasil) e 01 (um) módulo de aquisição

de sinais biológicos, marca Delsys (EUA), modelo Trigno Wireless.

O equipamento individual de combate (EIC) que foi utilizado pelos 16 voluntários foi composto por: 01 (uma) mochila de campanha de grande capacidade modelo Alice com garrafas pet de dois litros com areia, totalizando o peso de 15 kg; 01 (uma) Carabina Mauser modelo 1935 com duas caneleiras, uma de 3 kg e outra de 4 kg, pesando em média 10,8 kg (simulando o peso da metralhadora MAG), juntamente com uma bandoleira para auxiliar no controle do peso; 01 (uma) Carabina Mauser modelo 1935 com uma caneleira de 1 kg e um peso extra de 0,5 kg, pesando em média 4,8 kg (simulando o peso do fuzil FAL 7,62), juntamente com uma bandoleira para auxiliar no controle do peso e 01 (um) coturno de uso individual, camisa e calção.

Protocolo

Os dados foram coletados no período de junho a setembro do ano de 2021 no laboratório de Biociências da Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx). Os voluntários foram agendados de forma a realizar apenas a coleta de 4 indivíduos por dia. Em um primeiro momento, foi realizado o preenchimento do TCLE (Apêndice 1) e a anamnese (Apêndice 2). Após o preenchimento dos documentos obrigatórios, cada militar teve sua estatura (EST) e massa corporal total (MCT) mensuradas utilizando o uniforme de treinamento físico militar. Em seguida, foi solicitado que o militar colocasse os coturnos, para uma nova conferência da MCT e EST. Na sequência, foram orientados acerca dos procedimentos a serem realizados. Durante as coletas, a MCT foi novamente aferida, porém nas condições controle com mochila (MCT_CTRL), com mochila e fuzil (MCT_FZL) e com mochila e metralhadora (MCT_MAG).

Para a aquisição dos sinais biológicos (eletromiografia de superfície – sEMG), foi utilizado eletrodos de superfície sem fio (TrignoTM Wireless System, Delsys Inc., EUA), amplificados por um módulo de aquisição de sinais (Delsys Inc., EUA, frequência de transmissão de 2,4GHz, freqüência de amostragem de 1kHz, modo comum de rejeição >80dB, filtro passa alta de 10Hz e passa baixa de 450Hz, ganho total 1000 vezes).

Os eletrodos foram posicionados, conforme figura 1 a seguir, em ambos os lados dos membros inferiores no músculo *tibialis anterior* (TBA), um terço a um quarto da distância do joelho até o tornozelo, na maior massa muscular palpável, palpamos a área enquanto o indivíduo realizava a dorsiflexão do pé. No músculo *gastrocnemius lateralis* (GNL), os eletrodos foram posicionados aproximadamente dois centímetros lateralmente em relação a linha média do músculo *gastrocnemius* (6).

Figura 1 - Posição dos eletrodos

Para o posicionamento do eletrodo, foram seguidas as recomendações da Eletromiografia de Superfície para a Avaliação Não-Invasiva dos Músculos (SENIAM) e Criswell (6). A atividade mioelétrica foi registrada a partir do: *gastrocnemius lateralis* e *tibialis anterior*, normalizados para a amplitude máxima da atividade mioelétrica, obtida durante o teste de contração isométrica voluntária máxima (CIVM).

A CIVM foi feita com o indivíduo sentado, sobre uma maca, com o tronco a 80º de flexão em relação ao quadril e com o joelho posicionado a 90º de flexão e suspenso na lateral da mesa, conforme figura 2 a seguir. Após posicionados, os participantes executaram o movimento de dorsiflexão e flexão plantar contra uma resistência imposta pelo avaliador. Esta resistência foi mantida por 5 segundos para cada movimento em ambos os segmentos inferiores.

Figura 2 - Teste de CIVM

Após isso, subiram na plataforma de força e buscaram a postura ereta e estática, olhando fixamente para um alvo, na parede a sua frente, à uma distância de 3 metros. O posicionamento dos pés, sobre a plataforma, foi padronizado, utilizando uma cunha plástica com angulação de 30º, fazendo com que os calcanhares ficassem unidos e as pontas dos pés distantes. Cada participante foi submetido a três condições de avaliação estabilométrica, sustentando a mochila de combate,

sustentando a mochila de combate e o Fuzil e sustentando a mochila de combate e a metralhadora MAG, em cada uma dessas posições foram realizadas 3 coletas. Cada medição teve duração de 90 segundos, sendo descartado 30 segundos (15 segundos iniciais e 15 segundos finais), fazendo com que as análises do sEMG ocorressem em 60 segundos. Os sinais sEMG dos músculos e da plataforma de força foram sincronizados por meio de um acelerômetro posicionado na região dorsal do coturno.

Os sinais foram analisados em "software" específico no qual os parâmetros de ensaio constaram de coleta contínua e assim armazenada inicialmente em arquivos no disco rígido do computador para o processamento de sinais digitais em ambiente MATLAB (R2015a) versão 8.5.0 (The Math Works Inc Natick, Massachusetts, EUA) que forneceu os dados no domínio do tempo relacionados à *root mean square* (RMS) e análise integral (iEMG). Os valores de RMS forma somados de cada lado conforme o músculo analisado. Este somatório gerou um valor único para o músculo TBA e GNL nas respectivas condições (CTRL, FZL e MAG). O mesmo cálculo foi feito para o iEMG. Após esses valores, foram normalizados pelo pico do RMS e iEMG da CIVM de cada músculo.

Variáveis analisadas

Foram analisadas as variáveis: sinal sEMG suavizado e normalizado, o *root mean square* (RMS) e a integral do sEMG (iEMG).

Análise estatística

O teste de normalidade de Shapiro Wilk rejeitou a hipótese de igualdade das variáveis da EMG para diferentes condições de carga, além disso, foi realizado o teste de Friedman de duas vias para análise de variância de amostras relacionadas. Todos os valores de significância (p valor) foram determinados como $\leq 0,05$.

Estatísticas descritivas (média, desvio padrão, máximo e mínimo) foram calculadas para cada conjunto de dados e apresentados em forma de gráfico por meio do software GraphPad Prism versão 8.0.1 (GraphPad Software Inc. San Diego, Califórnia, EUA).

Todos os dados foram armazenados e analisados usando o programa estatístico Statistical Package for the Social Sciences for Windows (SPSS) versão 20.0 (SPSS Inc. Chicago, Illinois, EUA).

RESULTADOS

A massa corporal total (MCT) obtida inicialmente foi a da condição controle (93,56±9,16 kg). Depois obtivemos a MCT da condição FZL, com o militar portando o simulacro do Fuzil (98,36±9,16 kg), na qual já apresentou uma diferença estatisticamente significativa entre a condição CTRL (p=0.014). Por fim, a MCT da condição MAG, com o militar portando o simulacro com peso da metralhadora MAG (104,36±9,16 kg), nessa última condição demonstrou-se com uma diferença estatisticamente significante, tanto da condição CTRL (p=0.000), como da condição FZL (p=0.014).

Tabela 1 – Massa corporal total da amostra.

	MÉDIA	DP	Min	Max
MCT_CTRL (kg)	93,56	9,16	72,40	106,90
MCT_FZL (kg)	98,36*	9,16	77,20	111,70
MCT_MAG (kg)	104,36**	9,16	83,20	117,70

Estatística descritiva com média, desvio padrão (DP), mínimo (Min.) e máximo (Máx.) da massa corporal total (kg) nas condições com mochila, com mochila e fuzil e com mochila e metralhadora.

* diferença significativa entre a condição MCT_CTRL e MCT_FZL. ** diferença significativa entre a condição MCT_CTRL e MCT_MAG

Ao realizar a contração isométrica voluntária máxima (CIVM), obtivemos a medida adotada como 100% do RMS (1.0 em u.a.), representada no eixo das ordenadas da Figura 3 e 4. Ao realizar a análise do sEMG no domínio do tempo, utilizamos na Figura 3 a raiz quadrada da média do sinal obtido (RMS) para quantificar a nossa ativação muscular em relação à ativação máxima do militar, tudo isso dos dois músculos em análise, *tibialis anterior* e *gastrocnemius lateralis*. Com isso, constatamos que a condição CTRL (TBA: 0,204 [0,062 – 0,366]; GNL: 0,209 [0,067 – 0,371]) não apresentou diferença significativa. Os valores de RMS na condição FZL (TBA: 0,195 [0,008 – 0,381]; GNL: 0,204 [0,013 – 0,385]) e na condição da MAG (TBA: 0,221 [0,072 – 0,293]; GNL: 0,225 [0,077 – 0,298]) não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas. Contudo, observa-se uma menor variação máxima dessa ativação muscular nessa última condição.

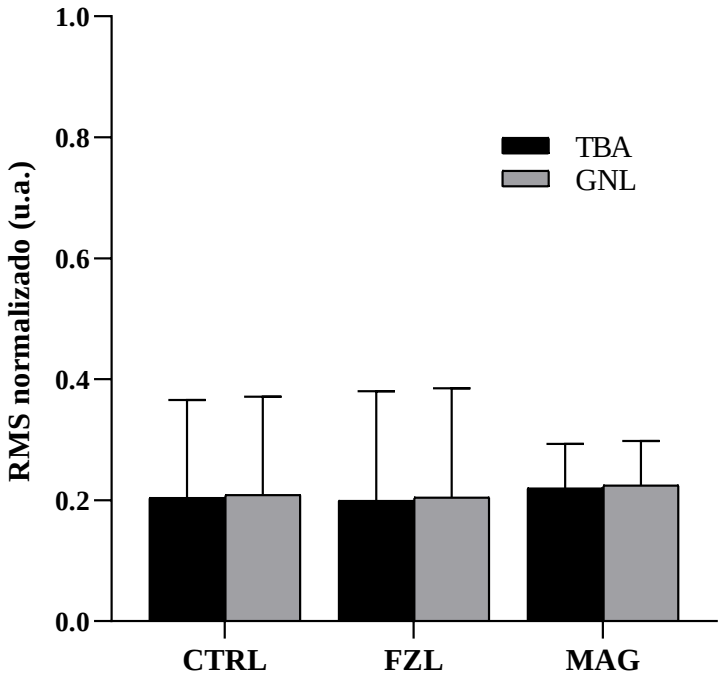

Figura 3 – sEMGem RMS

Root mean square (RMS) do sinal eletromiográfico em unidade arbitrária (u.a.) comparando as condições com mochila (CTRL), com mochila e fuzil (FZL) e com mochila e metralhadora (MAG) dos músculos tibialis anterior (TBA) e gastrocnemius lateralis (GNL).

Outra forma de quantificação do sEMG é a integral de toda a área, no espectro da frequência preenchida pelo sinal (7). Nessa condição da Figura 4, obtivemos para a condição CTRL o resultado de 0,225 (0,064 – 0,368) para o TBA e 0,231 (0,069 – 0,373) para o GNL, ambos os músculos sem diferenças significativas. Para a condição do FZL, os resultados foram de 0,213 (0,012 – 0,382) para o TBA e 0,218 (0,015 – 0,387) para o GNL, também sem diferenças significativas para os dois músculos. Por fim, na condição MAG, os resultados foram de 0,219 (0,074 – 0,295) para o TBA e 0,224 (0,079 – 0,300) para o GNL, assim como os anteriores, sem diferença significativa. Resultados similares ao da Figura 3 (com o tratamento de RMS), corroborando para a fidedignidade dos dados obtidos no domínio do tempo. Ao analisar a diferença entre as condições estudadas, observou-se também não haver diferenças estatísticas significantes.

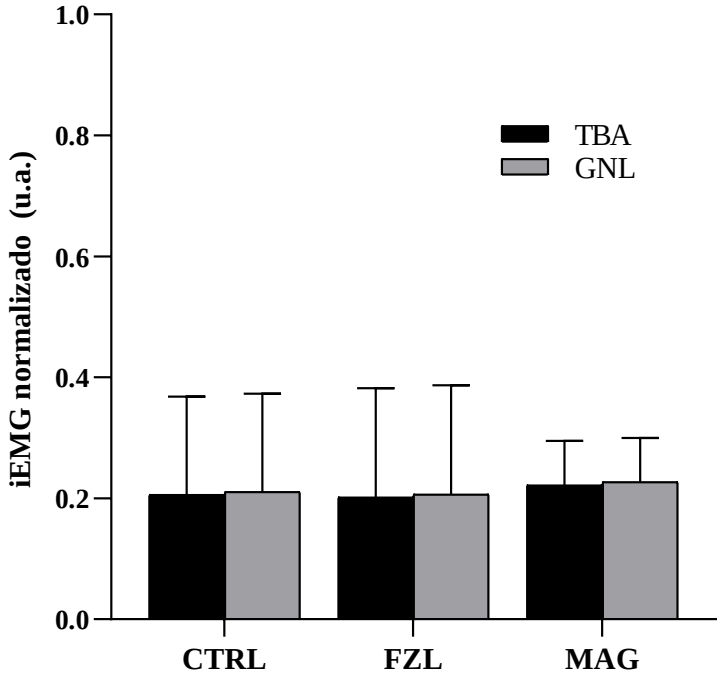

Figura 4 – sEMG em integral

Integral do sinal eletromiográfico (iEMG) em unidade arbitrária (u.a.) comparando as condições com mochila (CTRL), com mochila e fuzil (FZL) e com mochila e metralhadora (MAG) dos músculos *tibialis anterior* (TBA) e *gastrocnemius lateralis* (GNL).

DISCUSSÃO

A atividade militar exige o transporte de cargas pesadas, como a mochila, o equipamento ou o armamento, por períodos prolongados de tempo. Mostramos em nosso estudo que a adição do fuzil e da metralhadora MAG foram estatisticamente significantes para a diferença na massa corporal total (MCT). Para Bensel *et al.* (8), que analisou o efeito do transporte de carga sobre a biomecânica dos militares, isto é um fator potencial de risco para a ocorrência de lesões no sistema locomotor.

Por mais que essa diferença de peso, ao adicionarmos a MAG e compararmos com a situação CTRL, seja significativa, é um acréscimo de menos de 20% da MCT. Al-Khabbaz *et al.* (9), em seu estudo, mostrou que mochilas com menos de 20% do peso corporal não foram suficientes para ativarem a musculatura dos membros inferiores na posição estática, constatando diferença significativa somente no *rectus abdominais*.

Ainda sobre a relação da carga transportada com a MCT, não se observa vantagens para a saúde quando falamos de transportar pesos acima de 30% da massa corporal. Segundo Ribeiro *et al.* (10), o transporte de altas cargas estaria relacionado com a dor funcional no joelho.

Com os resultados da nossa sEMG, observamos que não houve uma diferença estatisticamente significante ao compararmos as três situações testadas. Todas ficaram com cerca de 20% da ativação muscular quando comparadas ao total da contração isométrica voluntária máxima. Diversos podem ser os motivos desse acontecimento, primeiramente realizamos a medição na posição estática, enquanto Simpson *et al.* (11) coletou essas variáveis em deslocamento e constatou um aumento da atividade do *gastrocnemius lateralis,* sugerindo que uma possível coleta em deslocamento seja mais fidedigna à situação real de emprego de tropas militares.

Nesta nossa pesquisa, analisamos os músculos *tibialis anterior* e *gastrocnemius lateralis*, os resultados foram similares, em ambos, e não apresentaram diferenças estatísticas significantes. Corroborando conosco, Lindner *et al.* (1), em seu estudo, constatou que esses músculos, já supracitados, também não demonstraram ativação muscular significante ao transportar equipamentos militares. Entretanto, nessa mesma pesquisa, o maior aumento da atividade eletromiográfica foi no músculo *rectus femoris* após se adicionar a mochila, um músculo com importante papel no alongamento do joelho (12); que, por fim, justificaria as lesões sobre essa articulação.

Birrel *et al.* (4) apresentou em sua pesquisa que há diferenças significativas estatisticamente na força de reação do solo ao caminhar portando um fuzil, porém ao tratarmos da ativação muscular medida pela sEMG, falamos do recrutamento de fibras musculares para executar determinada atividade, ou seja, quanto maior a dificuldade da tarefa exigida, maior será

o recrutamento das fibras musculares. Na nossa pesquisa, ao adicionarmos o fuzil ou a metralhadora MAG, a ativação foi similar ao momento CTRL, que seria o indivíduo somente com a mochila. Vale ressaltar que tanto o fuzil quanto a MAG foram inseridos com a bandoleira envolvendo por trás do pescoço com o armamento repousando à frente do corpo, conforme figura 5 a seguir, o que sugere uma exigência maior dos músculos superiores das costas devido ao local mais próximo que o peso foi apoiado; exigindo, assim, pouco recrutamento muscular das extremidades inferiores. A afirmação anterior se confirma com o estudo de Lindner *et al.* (1), o qual mostrou que o peso do rifle não apresentou diferença significativa, na ativação muscular em membros inferiores, quando o peso do armamento é carregado pelos membros superiores. Confirmando nossa tese, Thuresson *et al.* (13) mostrou que o peso de um capacete colocado na cabeça não refletiu nos membros inferiores, mas, sim, nos músculos do pescoço e superiores das costas devido a sua proximidade com o local do peso inserido.

Figura 3 - Posição do simulacro do armamento

Contribuindo com os achados da nossa pesquisa, Majumdar *et al.* (14), em seu estudo sobre o transporte de cargas em militares, constatou que o corpo adota algumas mudanças posturais para diminuir a sobrecarga muscular, mas que se essa carga transportada for baixa, entre 6,5% e 27,2% do peso corporal, não irá provocar mudanças ortostáticas, confirmando nossos resultados, visto que a carga que adicionamos nos militares estava bem abaixo de 25% da MCT.

Nossa amostra era composta por militares experientes, todos com, no mínimo, sete anos de serviço militar, com boa aptidão física, sendo uma amostra bem restrita e específica. Logo, atribuímos, também a esse fator, uma das causas da baixa ativação muscular. Tilbury-Davies e Hooper (15) concluíram que os militares experientes sustentavam cargas maiores devido ao melhor treinamento, condição física e maior força, suportando cargas entre 47% e 64% do seu peso corporal mantendo um padrão de marcha normal.

O presente estudo apresenta limitações como: a pequena amostra coletada; a avaliação somente na posição estática; o peso da carga transportada adicional ser relativamente baixo; o tempo da coleta ser pequeno. O estudo não avaliou outros possíveis fatores que tenham contribuído para a baixa atividade eletromiográfica constatada na pesquisa, tais como: força muscular dos membros inferiores, podendo ter sido realizado um teste de força desse grupamento muscular previamente; atividade de outros músculos sinergistas, podendo ser coletados esses dados em estudos posteriores, adicionando a sEMG no *bíceps femoris* por exemplo; e, por fim, mudanças posturais dos indivíduos, podendo ser utilizado softwares de fotogrametria para quantificar essas alterações.

Sugere-se a realização de mais estudos na área, uma pesquisa transversal com militares durante a realização de uma marcha, com a monitorização contínua da atividade eletromiográfica dos membros inferiores. Outra sugestão, ainda, seria um estudo longitudinal, analisando a amostra com a manipulação da variável da carga transportada e verificando o comportamento dos militares com o aumento dessa variável.

CONCLUSÃO

A massa corporal total da condição FZL e MAG foram diferentes significantemente. A sEMG dos músculos TBA e GNL na condição CTRL demonstrou cerca de 20% de ativação muscular em relação a CIVM, as outras duas condições se assemelharam à condição controle e não apresentaram diferença estatisticamente significante para ambos os músculos mensurados. Resultado similar foi observado na iEMG, na qual a condição CTRL não foi significantemente diferente da condição FZL e MAG, tanto do TBA quanto do GNL, servindo para corroborar com a sEMG. Esses resultados apontaram que a adição da carga do fuzil e da metralhadora MAG não foi suficiente para ativar significativamente a musculatura das extremidades inferiores durante a manutenção da posição quase estática com mochila de combate.

REFERÊNCIAS

1. Lindner T, Schulze C, Woitge S, Finze S, Mittelmeier W, Bader R. The effect of the weight of equipment on muscle activity of the lower extremity in soldiers. Sci World J. 2012;
2. Rugelj D, Sevšek F. The effect of load mass and its placement on postural sway. Appl Ergon. 2011.
3. Knapik JJ, Reynolds KL, Harman E. Soldier Load Carriage: Historical, Physiological, Biomechanical, and Medical Aspects. Mil Med. 2004;
4. Birrell SA, Hooper RH, Haslam RA. The effect of military load carriage on ground reaction forces. Gait Posture. 2007;
5. Hug F. Can muscle coordination be precisely studied by surface electromyography? J Electromyogr Kinesiol. 2011;
6. Eleanor Criswell E. Cream's Introduction To Surface Electromyography Second Edition. World. 2003;
7. Costa R. Eletromiografia de Superfície: função neuromuscular e reprodutibilidade do método. Uma revisão. Lume Ufrgs. 2010;
8. Bensel CK, Harman EA, Obusek JP, Pandorf C, Frykman P. Effects of Weight Carried By Soldiers : 2002;
9. Al-Khabbaz YSSM, Shimada T, Hasegawa M. The effect of backpack heaviness on trunk-lower extremity muscle activities and trunk posture. Gait Posture. 2008;
10. Ribeiro ACS, Grossi DB, Foerster B, Candolo C, Monteiro-Pedro V. Electromyographic and magnetic resonance imaging evaluations of individuals with patellofemoral pain syndrome. Rev Bras Fisioter. 2010;
11. Simpson KM, Munro BJ, Steele JR. Backpack load affects lower limb muscle activity patterns of female hikers during prolonged load carriage. J Electromyogr Kinesiol. 2011;
12. Friedrich P, Jens W. Sobotta - Atlas de anatomia humana. Vol. 2. 2000;
13. Thuresson M, Äng B, Linder J, Harms-Ringdahl K. Neck muscle activity in helicopter pilots: Effect of position and helmet-mounted equipment. Aviat Sp Environ Med. 2003;
14. Majumdar D, Pal MS, Majumdar D. Effects of military load carriage on kinematics of gait. Ergonomics. 2010;
15. Tilbury-Davis DC, Hooper RH. The kinetic and kinematic effects of increasing load carriage upon the lower limb. Hum Mov Sci. 1999;

APÊNDICE 1

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado participante,
Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa com o título **EFEITOS DA SUSTENTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MILITARES NO CONTROLE POSTURAL ORTOSTÁTICO E NO COMPORTAMENTO ELETROMIOGRÁFICO DE MILITARES EXPERIENTES,** desenvolvida por Marco Antônio de Almada Junior, Gilberto de Carvalho Junior, Carlos Eduardo Janô Marinho e sob as orientações de Ricardo Alexandre Falcão e Runer Augusto Marson.
JUSTIFICATIVA: as conclusões da análise deste estudo possibilitarão identificar as modificações no equilíbrio e no comportamento muscular advindas do suporte da mochila militar, do fuzil automático leve e da metralhadora MAG. De posse dessas informações, os militares encarregados pelo treinamento físico militar sustentarão embasamento científico para o planejamento e prescrição de exercícios voltados à prevenção de lesões e ao fortalecimento dos prováveis grupos musculares recrutados por essa atividade.
OBJETIVOS: avaliar a influência da sustentação da mochila militar, do fuzil automático leve e da metralhadora MAG no equilíbrio e no comportamento muscular de militares experientes.
PROCEDIMENTOS DA PESQUISA: a pesquisa apenas se iniciará após a autorização do Comitê de Ética em Pesquisa e frente à autorização do comando da escola de educação física do exército (EsEFEx). Os militares serão convidados a participar do projeto, sendo claro que a participação é completamente voluntária. As avaliações são individuais e os dados serão computados para a pesquisa somente com a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido dos participantes. Todas as atividades serão realizadas nas dependências da EsEFEx. As avaliações serão marcadas com antecedência. De maneira sucinta, você será submetido a 3 avaliações de equilíbrio (momentos) com 80 segundos de duração cada e intervalos de 60 segundos entre cada avaliação. Você ficará de pé sobre uma plataforma e serão colocados eletrodos de superfície com revestimento de prata nos músculos reto femoral, bíceps femoral, tibial anterior e gastrocnêmio, sendo necessário a raspagem dos pêlos nos locais onde serão posicionados os eletrodos. A ordem dos momentos será sorteada dentre os seguintes: com mochila (CC), com mochila e fuzil (CF) e com mochila e metralhadora MAG (CM). Todos os procedimentos da pesquisa respeitarão os protocolos de higiene e prevenção contra o covid-19.
DESCONFORTO E POSSÍVEIS RISCOS ASSOCIADOS À PESQUISA: ao participar desta pesquisa você está sujeito a alguns riscos de lesão e a fadiga muscular e psicológica, proporcionados pelo peso dos materiais. Cabe ressaltar que a atividade em questão é conduta normal a ser realizadas por militares, tendo em vista os objetivos de emprego do Exército. Nas instalações da EsEFEx existe uma seção de saúde com médicos de plantão para o caso de necessidade de atendimento.
BENEFÍCIOS DA PESQUISA: você estará colaborando para o aprimoramento da doutrina de treinamento físico específico para o transporte de carga e no desenvolvimento de novos equipamentos e armamentos que garantam maior equilíbrio e conforto e que elevem o nível de operacionalidade do soldado do Exército Brasileiro.
ESCLARECIMENTOS E DIREITOS: você não arcará com nenhuma despesa, bem como não receberá nenhuma vantagem financeira. Em qualquer momento você poderá obter esclarecimentos sobre todos os procedimentos utilizados na pesquisa e nas formas de divulgação dos resultados. Tem também, a liberdade e o direito de recusar sua participação ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem que haja prejuízo pessoal ou profissional. Diante de eventuais danos

comprovadamente provocados pela pesquisa, o sr. terá direito a indenização. Caso você tenha alguma reclamação ou queira denunciar qualquer abuso ou improbidade desta pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética e Pesquisa do Centro de Capacitação Física do Exército (CCFEx), por meio do telefone 2586-2297, do endereço rua são Luiz Alves, s/nº, sala do CEP-CCFEx no prédio da EsEFEx, urca (de segunda a quinta-feira, de 10 às 15h), ou do email cep@ccfex.eb.mil.br.
CONFIDENCIALIDADE E AVALIAÇÃO DOS REGISTROS: A sua identidade e de todos os voluntários será mantida em total sigilo por tempo indeterminado. Os resultados dos procedimentos executados na pesquisa serão analisados e alocados em tabelas, figuras ou gráficos e divulgados em palestras, conferências, periódico científico ou outra forma de divulgação que propicie o repasse dos conhecimentos para a sociedade e para autoridades normativas em saúde nacionais ou internacionais, de acordo com as normas/leis legais regulatórias de proteção nacional ou internacional. Você poderá ter acesso aos seus resultados a qualquer momento após sua avaliação.

CONSENTIMENTOPÓS-INFORMAÇÃO

Eu,_____, portador da carteira de identidade nº_____ expedida pelo órgão _____, por me considerar devidamente informado e esclarecido sobre o conteúdo deste termo e da pesquisa a ser desenvolvida, livremente expresso meu consentimento para inclusão, como participante da pesquisa. Declaro, também, ter assinado duas vias deste documento, ficando de posse de uma delas.

_____ ___/___/ 2021
Assinatura do Pesquisador Principal Data

_____ ___/___/ 2021
Assinatura de Testemunha Data

Contato do pesquisador: (24)98161-4542 ou eduardojano25@gmail.com

APÊNDICE 2

Protocolo de Anamnese

1. Dados Pessoais

Nome:	Data:
Idade:	Altura:
tempo de Serviço:	Peso:
Menção no último TAF:	Membro Dominante:
Email:	Celular:

2. Dados Clínicos Atuais

a. Sente algum tipo de dor no corpo? Onde? Há quanto tempo?

Resposta:

b. Há algo em sua postura que te incomoda? O quê?

Resposta:

3. Dados Clínicos Pregressos

a. Você teve algum problema ortopédico, reumatológico, neurológico ou respiratório? Qual?

Resposta:

b. Utiliza algum medicamento atualmente? Qual?

Resposta:

c. Tirou serviço de escala nas últimas 24 horas?

Resposta:

Observações: