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: **Gabriel** Laterça **Pinheiro** – 1º Ten
ORIENTADOR: Runer Augusto Marson, Prof. Dr.

ANÁLISE DA RAZÃO RECÍPROCA ENTRE A FLEXÃO DE BRAÇO NA BARRA FIXA E FLEXÃO DE BRAÇO NO SOLO EM MILITARES

Rio de Janeiro – RJ
2019

ALUNO: **Gabriel** Laterça **Pinheiro**– 1º Tenente

ANÁLISE DA RAZÃO RECÍPROCA ENTRE A FLEXÃO DE BRAÇO NA BARRA FIXA E FLEXÃO DE BRAÇO NO SOLO EM MILITARES

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
2019

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: **Gabriel** Laterça **Pinheiro** – 1º Tenente

TÍTULO: ANÁLISE DA RAZÃO RECÍPROCA ENTRE A FLEXÃO DE BRAÇO NA BARRA FIXA E FLEXÃO DE BRAÇO NO SOLO EM MILITARES

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aprovado em 12 de Novembro de 2019

Banca de avaliação

Michel Moraes Gonçalves - Ten Cel
Avaliador

Claudia de Melo Meirelles - Dr
Avaliador

PINHEIRO, Gabriel Laterça. Análise da razão recíproca entre a flexão de braço na barra fixa e flexão de braço no solo em militares. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física). Escola de Educação Física do Exército. Rio de Janeiro – RJ, 2019.

RESUMO

INTRODUÇÃO: A grande quantidade de testes, juntamente com variadas possibilidades de movimentos existentes, dificultam mensurar a razão de grupos musculares, podendo ser simétrica (inter - direito e esquerdo) e recíproca (intra - agonistas e antagonistas). Esse desequilíbrio muscular pode causar danos estruturais e podem ser indicadores à predição de lesão musculoesquelética. Militares estão propensos a essas lesões uma vez que são exigidos bastante fisicamente em seu cotidiano, principalmente em membros superiores. Assim, esse estudo se propôs a mensurar essa relação musculoesquelética de agonistas e antagonistas em membros superiores utilizando o teste funcional comum a todos os militares do Exército Brasileiro. **MÉTODO:** Foi contabilizado, considerando os resultados obtidos no teste de aptidão física, o número máximo de flexões de braço no solo e na barra fixa de cada indivíduo, a fim de obter a relação recíproca de agonistas e antagonistas musculoesquelética. Os dados foram tabulados computando o número máximo de repetições realizadas e a razão foi calculada dividindo os números de flexão no solo pela flexão na barra fixa. **RESULTADO:** Os valores médios obtidos foram de 11,3 repetições para flexão de braço na barra fixa, desvio padrão de 1,41. Para flexão no solo, a média foi de 37,11 repetições, desvio padrão de 4,31. Foi encontrada, também, a média de 25,98 repetições, desvio padrão de 3,02 nos valores da flexão de braço no solo ajustados. Obtendo uma relação de flexão de braço no solo para flexão de braço na barra fixa (3,30:1) e com a flexão de braço no solo ajustada (70% do peso corporal) para flexão de braço na barra fixa (2,31:1). **CONCLUSÃO:** Ao comparar os valores, o estudo apresentou diferença significativa e demonstrou uma melhor relação intra segmento. Portanto, o estudo mostra que ao comparar a razão recíproca nos testes funcionais/ocupacionais o ajuste deve ser feito para igualar as condições de execução.

Palavras-chave: Teste físico; Equilíbrio muscular esquelético; Razão recíproca e militar.

PINHEIRO, Gabriel Laterça. Analysis of the reciprocal reason between fixed bar arm flexion and ground arm flexion in military. Course Conclusion Paper (BS in Physical Education). Physical Education College of the Brazilian Army. Rio de Janeiro - RJ, 2019.

ABSTRACT

INTRODUCTION: The large number of tests, together with the varied possibilities of existing movements, make it difficult to measure the ratio of muscle groups and can be symmetrical (inter - right and left) and reciprocal (intra - agonists and antagonists). This muscle imbalance can cause structural damage and may be indicators of the prediction of musculoskeletal injury. Military personnel are prone to these injuries since they are required quite physically in their daily lives, especially in the upper limbs. Thus, this study aimed to measure this musculoskeletal relationship of agonists and antagonists in the upper limbs using the functional test common to all Brazilian Army military personnel. **METHOD:** Considering the results obtained in the physical fitness test, the maximum number of arm flexions in the ground and in the fixed bar of each individual was calculated in order to obtain the reciprocal relationship of musculoskeletal agonists and antagonists. The data were tabulated by computing the maximum number of repetitions performed and the ratio was calculated by dividing the ground flexion numbers by the fixed bar flexion. **RESULTS:** Mean values obtained were 11.3 repetitions for arm flexion in the fixed bar, standard deviation of 1.41. For ground flexion, the average was 37.11 repetitions, standard deviation of 4.31. It was also found an average of 25.98 repetitions, standard deviation of 3.02 in the adjusted ground arm flexion values. Obtaining a ground-to-arm flexion ratio for fixed bar arm flexion (3.30: 1) and with adjusted ground arm flexion (70% of body weight) for fixed bar arm flexion (2.31 :1). **CONCLUSION:** When comparing the values, the study showed a significant difference and showed a better intra-segment relationship. Therefore, the study shows that when comparing the reciprocal ratio in the functional/occupational tests, the adjustment must be made to match the execution conditions.

Key words: Physical test; Skeletal muscle balance; Reciprocal reason and military.

INTRODUÇÃO

A simetria inter e intra segmentos é um fator a ser considerado nos testes de aptidão física no que se refere a valência física força muscular. A variabilidade dos testes musculares somado a grande quantidade de movimentos articulares possíveis, em um ambiente de testes físicos, tornaram difícil quantificar a relação/razão entre grupos musculares simétricos (inter - direito e esquerdo) e recíprocos (intra - agonistas e antagonistas).

Um fator importante a ser identificado ao testar a aptidão física relacionada a força muscular é a simetria inter e intra segmentos. A variabilidade dos testes musculares somado a grande quantidade de movimentos articulares possíveis, em um ambiente de testes, tornaram difícil quantificar a relação/razão entre grupos musculares simétricos (inter - direito e esquerdo) e recíprocos (intra - agonistas e antagonistas).

As razões recíprocas formam a base de comparação entre grupos musculares agonistas e antagonistas, destacando a importância de treinar grupos musculares dominantes e não dominantes que produzem ações em uma mesma articulação, conhecidas como razões agonista-antagonista, relações recíprocas ou relações de dominância. Ao avaliar as proporções, como por exemplo a relação quadríceps/isquiotibiais e bíceps/tríceps para torque, trabalho e potência, é possível fazer generalizações sobre os relacionamentos normais e aconselhar os indivíduos sobre possíveis programas de treinamento para alcançar ou restaurar as razões recíprocas denominadas normais (1).

Diferenças extremas da relação de normalidade na força muscular entre os grupos motores agonistas e antagonistas estão associadas à taxa de lesões musculoesqueléticas, onde movimentos repetitivos e vigorosos, executados de maneira inadequada, são fatores que propiciam estas lesões (2).

O teste funcional pode ser uma maneira de pré-avaliar a eficiência do programa de treinamento e as razões recíprocas. Para tanto, se as razões forem muito inferiores aos valores normativos o programa de treinamento necessita ser ajustado. Os desequilíbrios, referentes a simetria na produção de força muscular, podem levar a alterações na artrocinemática e nos padrões de movimentos, podendo causar danos estruturais (3), bem como déficits na flexibilidade ou na força do músculo agonista podendo ser compensado por músculos sinergistas, ocasionando disfunções ou patologia músculo esquelética (4).

O estudo de Neto Júnior (5) afirma que o desequilíbrio muscular causado pelo excesso de treinamento de um grupo muscular levaria a deterioração postural. Por exemplo, um indivíduo

pode treinar demais os músculos do peitoral maior para fins estéticos, e negligenciar o treinamento da musculatura das costas em uma rotina de treino. Isso pode causar um desequilíbrio, levando a sua postura arredondada dos ombros à frente. Dentre esses movimentos, pode-se destacar os exercícios que utilizam o peso corporal do indivíduo como uma sobrecarga.

Para Doug Johnson *et al.* (6), esses exercícios normalmente envolvem o levantamento total ou parcial da massa corporal, sendo estes executados o maior número de vezes possível, dentro de um período de tempo específico ou até a fadiga muscular do exercício resistido. Pela sua simplicidade, facilidade e excelentes resultados, os militares, tanto do Brasil como de outros países, o utilizam para treinar e capacitar seu efetivo profissional.

A atividade militar é uma profissão que exige bastante da musculatura do indivíduo (1). Sabendo disso, o Estado Maior do Exército (EME) criou uma portaria n° 032-EME que regula as diretrizes do teste de aptidão física (TAF) (7), sendo composto por exercícios realizados pelos militares que consiste em uma série de atividades físicas visando fortalecer grupos musculares e melhorar a capacidade física desses indivíduos, consistindo, especificamente, por corrida de 12 minutos, flexão de braço na barra fixa (FBBF), flexão de braço no solo (FBS) e abdominal.

Um fator importante e preocupante está relacionado as lesões musculoesqueléticas nos membros superiores, uma vez que a articulações de membros superiores são muito exigidas nas atividades militares. Pode-se citar como exemplo: segurar o fuzil e tomar a posição de tiro em pé, arremesso de uma granada, transposição de um muro ou de algum obstáculo, e travessia a nado de um rio. Essas atividades demonstram o cotidiano dos militares e a importância do fortalecimento desta musculatura, bem como um balanceamento adequado entre músculos agonistas e antagonistas, de forma a manter a cinemática nos membros superiores em normalidade (8, 9).

Em algumas operações militares de deslocamento, os soldados são obrigados a percorrer longas distâncias e executar tarefas militares críticas na conclusão dessa movimentação. Esse desgaste pode aumentar a probabilidade de lesões musculoesqueléticas. Assim, se faz necessário avaliar, planejar e executar um programa de treinamento resistido, visando a força e a resistência muscular para os membros superiores e inferiores (1).

Com o foco de avaliar a aptidão muscular dos membros superiores, o EME em portaria, já citada anteriormente, apresenta o teste de FBS e FBBF para tal finalidade. Acrescenta-se a isso o fato da utilização de músculos com características de atividade muscular recíproca (agonista/ antagonista). Na FBBF, os principais músculos envolvidos são: bíceps braquial, braquial, redondo maior, trapézio e latíssimo do dorso (10). Já a FBS tem como principais músculos

atuantes o deltóide, o tríceps e o peitoral maior (11). Assim, pode-se perceber que existe a relação/razão de trabalho entre agonistas e antagonistas ao executar os exercícios, por isso a importância desse estudo, uma vez que, ao realizar uma análise detalhada desta relação, será possível verificar o equilíbrio musculoesquelético.

O presente estudo teve como objetivo analisar a razão recíproca entre o desempenho máximo no teste de flexão de braço na barra fixa (FBBF) e flexão de braço no solo (FBS).

MÉTODOS

Este estudo é de caráter quase experimental, com corte transversal e abordagem quantitativa, verificando o equilíbrio musculoesquelético por meio da relação agonistas e antagonistas nos exercícios de FBBF e FBS dos alunos do Curso de Instrutores (CI) de Educação Física do Exército Brasileiro do ano de 2019.

Amostra

Foi utilizado uma amostra, por conveniência, (n=28) constituída por alunos do CI. Os voluntários apresentaram características semelhantes no que tange a média de idade (26,48±2,17anos), massa corporal total (79,04±6,88kg) e estatura (178,74±6,09cm) (Tabela 1).

Como critério de exclusão do estudo, os convidados não poderiam apresentar diagnóstico de doença musculoesquelético e deveriam ser fisicamente ativos, de acordo com *American College of Sports Medicine* (ACSM) (12). Garantindo a integridade dos participantes, foram adotados os seguintes sintomas para a interrupção do teste conforme ACSM (12): Início de angina ou sintomas anginosos; sinais de má perfusão: tortura, confusão, ataxia, palidez, cianose, náuseas ou pele fria e úmida; solicitação da interrupção do teste pelo indivíduo; e manifestações físicas ou verbais de fadiga severa.

Antes do início das análises, os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido, outro critério de exclusão, caso algum convidado se negasse a assinar, conforme resolução CNS/MS n° 466 de 12 de Dezembro de 2012. Este estudo foi aprovado conforme protocolo CAEE nº55948016.1.0000.5289.

Instrumentos

Para a aferição de massa corporal total utilizou-se a balança antropométrica digital, marca “ison kikos" (capacidade 150kg e graduação 100g). A medida de estatura foi verificada em um estadiômetro analógico, marca “Sanny" (modelo Professional ES2020, com precisão de 0,1 cm).

Na avaliação da força de resistência muscular dos membros superiores (MMSS) foi executada a FBS e FBBF. Para o teste da FBBF foi utilizada uma barra de $1^{1/4}$ de polegada, com 1,2 metro de comprimento, e colocada a 2,5 metros de altura. O teste da FBS foi feita com a

abertura dos braços na largura dos ombros, com a palma da mão aberta e em pronação. Ambos os testes foram executados conforme Portaria 032 (7).

Procedimentos

Os voluntários fizeram o teste de aptidão física (TAF), realizado no ano de 2019, onde os dados para o presente estudo foram coletados e avaliados a partir da FBS e da FBBF no TAF.

A FBS foi executada em um espaço plano e liso, sendo, de preferência, executado na sombra, o militar deitou-se em decúbito ventral, apoiando o corpo e as palmas das mãos ao solo. Essas estavam localizadas na região referente a mesma largura dos ombros, de forma que o polegar tangenciasse a linha destes. Após isso, o voluntário suspendeu o próprio tronco até a total extensão dos cotovelos, mantendo as pontas dos pés ao solo e as pernas unidas. O militar abaixou as pernas e os joelhos juntamente com o tronco, flexionando somente os braços, de forma que o cotovelo ultrapassasse a linha das costas ou que seu corpo encostasse ao solo. Dando continuidade, estendeu novamente os braços erguendo o tronco e as pernas ao mesmo tempo, até a total extensão dos braços. Assim, foi computada uma repetição. Cada militar executou o maior número de repetições possíveis, sendo realizadas de forma correta, sem que houvesse interrupção do movimento. Cabe ressaltar que o ritmo da execução foi opção do militar e não houve limite de tempo (7).

Conforme a Portaria 032, para realizar o teste de FBBF, o militar se posicionou abaixo da barra, empunhando-a em pronação, de forma que o polegar envolvesse também a barra. As mãos tiveram um afastamento na largura dos ombros e o corpo estava totalmente esticado e estático. Após o comando de início, o militar executou uma flexão de braço até a total ultrapassagem do queixo sobre a barra, de forma natural, sem que houvesse a hiperextensão do pescoço e, após isso, desceu o tronco até a total extensão dos cotovelos, respeitando as limitações articulares individuais, tendo sido computada uma repetição completa. Lembrando que o ritmo da execução foi opção do militar e não houve limite de tempo (11).

Após os testes, os dados foram tabulados computando o número máximo de repetições perfeitas realizadas. O número de repetições de flexões de braço no solo foi ajustado (FBS_Ajust) pela massa corporal (13). Tendo em vista que estudos como o de Dhahbi comprovam que o indivíduo utiliza 70% de sua massa corporal na execução de FBS, ao multiplicar o número de execuções de cada indivíduo por 0,7 obtivemos o valor da FBS ajustada.

A razão foi calculada dividindo os números de FBS pelo número de FBBF e também a quantidade de FBS após ajuste, novamente pelo número de FBBF, obtendo-se assim duas razões.

Análise Estatística

Para caracterização das amostras, foi realizada uma análise estatística descritiva para as variáveis do estudo, utilizando o teste de Sharpiro-Wilk, e os dados não apresentaram características dentro da normalidade para nível de significância $p \leq 0,05$. Foi utilizado o teste Mann-Whitney para comparar as tendências centrais da FBS e FBS_Ajust com nível de significância $p \leq 0,05$. Para análise estatística foi utilizado o pacote estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 20.

RESULTADOS

Foi utilizada a estatística descritiva (média, amplitude e desvio padrão) para os parâmetros do estudo. Os vinte e oito participantes completaram os testes com sucesso, os valores médios encontrados foram de 11,3 repetições para a FBBF, com uma amplitude de 8-13 e desvio padrão de 1,41. Para a FBS, foi encontrada a média de 37,11 repetições com uma amplitude de 27-45, desvio padrão de 4,31 e, por fim, foi encontrada a média de 25,98 repetições, com amplitude de 11,09-31,05 e desvio padrão de 3,02 nos valores da FBS ajustados.

Tabela 1- Valores médios e desvios padrão.

	Média (amplitude)	Desvio padrão
Idade (anos)	26,48 (24,00-33,00)	2,17
Estatura (cm)	178,74 (168,00-190,00)	6,09
MCT (kg)	79,05 (65,00-93,10)	6,88
FBBF (rep)	11,3 (8,00-13,00)	1,41
FBS (rep)	37,11 (27,00-45,00)	4,31
FBS_Ajust (rep)	25,98 (18,09-31,05)	3,02
Razão FBS/FBBF: 3.30:1		
Razão FBS_Ajust/FBBF: 2.31:1*		

MCT= Massa Corporal Total; FBBF= Flexão de Braço na Barra Fixa;FBS= Flexão de Braço no Solo; FBS_Ajust=Flexão Braço no Solo Ajustada
*diferença significativa $p \leq 0,05$ em relação a FBS.

Os valores descritivos, referente as médias encontradas, foram utilizados para calcular a razão recíproca dos músculos agonistas e antagonistas entre os exercícios de FBS e FBBF. Assim, obteve-se uma proporção de FBS para FBBF (3,30:1), bem como a FBS_Ajust para FBBF (2,31:1), o que demonstra um maior desempenho, independente do tratamento matemático, no momento de empurrar do que puxar. Contudo, vale ressaltar que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre a razão FBS com FBS_Ajust, mostrando uma melhor relação quando se utiliza o valor da FBS_Ajust.

DISCUSSÃO

Testes de força isocinética podem ser usados para identificar equilíbrios na força ou fraqueza muscular, podendo identificar um problema ainda no início de forma a evitar lesões musculoesqueléticas. No entanto, os valores normativos referentes ao equilíbrio muscular variam de pessoa para pessoa, em diferentes esportes e diferentes membros (14, 15, 16). Porém, para trabalhar com esse teste foram encontradas algumas dificuldades já que o isocinético exige uma melhor capacitação para o seu manuseio e possui um auto custo, diferente do teste funcional escolhido para desenvolver o presente estudo, sendo este último também capaz de identificar equilíbrios na força ou fraqueza muscular como o isocinético, porém com um custo reduzido e de fácil entendimento e maior praticidade em seu manuseio.

Essa extensa diversidade de movimentos, músculos e testes dificultam a quantificação de um valor exato deste equilíbrio muscular. Pesquisas tradicionais mostram relações entre grupos musculares simétricos e assimétricos. Níveis altos de força muscular estão frequentemente relacionados ao treinamento geral de força e a presente ocupação de sujeitos. Por exemplo, é esperado que o soldados de infantaria, envolvidos em treinamento, apresente valores de força mais altos do que indivíduos sedentários (1).

Apesar de haver essa diferença na literatura, dos valores exatos para uma relação de músculos agonistas e antagonistas, especialistas em treinamento de força já reconhecem a importância de treinar os grupos musculares que produzem ações opostas sobre uma articulação de forma a estabilizar a mesma (17, 18).

Pesquisadores afirmam que não há significativa diferença entre membros dominantes e não dominantes, quando se trata de lançamento, na força do músculo rotador interno e externo do ombro (19). A razão de agonistas e antagonistas para músculos rotadores externos e internos de braço para lançadores estão entre 1,64:1 e 1,51:1, aproximadamente (20).

No que tange a atividade física, Bret Contreras *et al*. afirmam que na flexão padrão (pés e mãos apenas em contato com o solo) o indivíduo levanta 69% do seu peso corporal quando encontra-se na posição superior, e 75% do peso corporal na posição inferior. Sendo assim, uma média de 72% da massa corporal total na execução da flexão padrão. Porém, quando o indivíduo encontra-se com o joelho ao solo há uma redução da alavanca, reduzindo o momento de força, fazendo com que 54% do peso na posição superior e 62% na posição inferior. Desta maneira, a média é de 58% da massa do indivíduo. O autor ainda afirma que ao elevar os pés, com o auxílio de uma caixa de 30,5 cm, a utilização do peso corporal para executar uma repetição será de 70%

da massa corporal total, e se a caixa for de 61 cm esse valor aumenta para 74% da massa corporal total (21).

Corroborando os artigos citados acima,Wassen Dhahbi *et al.* expõem que em uma execução de FBS a flexão de cotovelo corresponde a 75% da massa corporal total e na extensão de cotovelo corresponde a 69%, assim sendo, tem como média 72% massa corporal do executante (13).

Já em uma outra análise, segundo Willian P. Ebber *et al.*, a realização da FBS em uma situação de execução normal é de 64% o valor do peso corporal do executante, no entanto, ao realizar a FBS com o auxílio de uma caixa de elevação com altura de 30,96 cm e 60,48 cm foram encontrados valores de 70% e 74% do peso corporal, respectivamente (22).

Os estudos citados acima comprovaram a necessidade de uma normalização da FBS, por isso houve a necessidade de executar uma multiplicação por um fator de 0,7 no número de FBS de cada indivíduo.

Para a FBBF, aplica-se uma força que consiste em levantar 100% do peso corporal do indivíduo, estando este agarrado a uma barra estacionária acima de sua cabeça, puxando a própria massa corporal para cima até a altura da barra. O indivíduo é tipicamente limitado ao uso da massa corporal como resistência, embora o peso possa ser adicionado através de um colete ou cinto ponderado para obter maior resistência (6).

Sabendo que é possível fazer um ajuste da FBS de forma a obter um valor mais realista, caso o participante utilize a massa corporal total, torna-se capaz ter uma melhora na relação entre FBS e FBBF, uma vez que essas atividades trabalham, também, com musculaturas agonistas e antagonistas, como por exemplo o bíceps braquial na FBBF e o tríceps braquial na FBS. Isso possibilita uma melhor equilíbrio entre a cadeia anterior e a cadeia posterior em membros superiores, reduzindo a probabilidade de desenvolvimento de alguma lesão muscular. Para Daniel W. Robbins *et al*., a relação entre agonista-antagonista é um conjunto que se refere ao acoplamento de exercícios direcionados a esses grupos musculares, realizado, acidentalmente, de maneira alternada (16).

Para Negrete *et al.,* um dos objetivos importantes durante a prescrição e execução de um treinamento é a obtenção de força e mobilidade simétrica dos segmentos corporais envolvidos (contra lateral e agonista / antagonista). Ao avaliar o equilíbrio entre as ações musculares agonista e antagonista, uma razão de força pode ser uma medida importante para determinar déficits e projetar o plano de cuidados para o retorno à função. Esse desequilíbrio muscular é descrito como uma falha da relação agonista-antagonista que pode afetar as articulações

envolvidas. Isso pode levar a alterações na artrocinemática (movimentação entre articulações) e nos padrões de movimento, o que pode causar danos estruturais (2).

Com o avanço da tecnologia, já existem meios que nos permita descobrir o valor dessa relação através de diversas formas, a mais eficiente, considerada o padrão-ouro, é a do equipamento isocinético, no qual, através de um software moderno, calcula-se a razão de força da musculatura anterior e divide o pico de torque da força executada pela musculatura antagonista posterior, permitindo saber a estabilidade dessa articulação e a comparando com padrões estabelecidos.

Segundo Harbo e*t al.*, essa relação é variável de acordo, não apenas com a idade do indivíduo, mas também com o sexo e com a massa corporal total. Em teste isocinética (90º/s) de membros inferiores (extensão e flexão de joelho) os indivíduo abaixo dos 30 anos à razão agonista/antagonista é de 2,08:1 para homens (23).

Para membros superiores, Harbo *et al.* afirmam que essa relação entre adução e abdução de ombro a 60˚/s, para homens com idade até 30 anos, é de 1,35:1. A relação de flexores e extensores de cotovelo a uma velocidade de 60°/s é de 1,49:1 (23).

Yildiz *et al.* realizaram um estudo com 40 cadetes, homens e atletas da Academia Militar Turca, e pôde afirmar que as relações durante a rotação externa (20˚ de rotação interna - 10˚ de rotação externa) foram de 2,09 e 1,58 para os ombros dominantes e não dominantes, respectivamente, enquanto que as relações de alcance do terminal durante a rotação interna (60˚ - 90˚ de rotação) foram de 1,03 e 1,19 para os ombros dominantes e não dominantes, nesta ordem (24).

Conforme Westrick *et al.*, em um teste realizado com calouros militares, de idade entre 17 e 21 anos, ingressando em uma Academia Militar de curso com duração de quatro anos, a relação para homens encontrada, em membros dominantes, em rotação interna/externa foi de 1.35:1 e para membros não dominantes foi de 1,42:1 (25).

Westrick *et al.* afirmam também que essa relação 1,18:1, quando são avaliados rotação interna com abdução de 45° e rotação externa com adução de 45° em membros dominantes e para membros não dominantes, a relação é de 1,14:1 (25).

Segundo Jonathan Peter James, em um estudo realizado com homens militares, pertencentes ao 60.˚ Batalhão de Infantaria da África do Sul, na cidade de Grahamstown, a relação entre a extensão e a flexão, com velocidade de 30˚ por segundo, é de 1,04 no tronco, de 2,04 no quadril, 1,3 nos joelhos, 1,85 nos tornozelos, 1,42 nos ombros e 1,16 nos cotovelos. Para uma velocidade de 120˚ por segundo é de 0,84 no tronco, 2,20 no quadril, 1,25 nos joelhos, 1,93

nos tornozelos, 1,41 nos ombros e 1,16 nos cotovelos. Para uma velocidade de 210˚ por segundo é de 0,73 no tronco 2,68 no quadril, 1,17 nos joelhos, 1,71 nos tornozelos, 1,31 nos ombros e 1,18 nos cotovelos (1).

No entanto, o aparelho isocinético é muito caro e necessita de uma mão-de-obra qualificada para manuseá-lo, o que acaba por dificultar que as pessoas conheçam essa relação. Por isso, viu-se a necessidade de tentar avaliar essa relação de músculos agonistas e antagonistas de uma maneira a se obter um real diagnóstico e de uma forma mais prática.

Negrete *et al.* afirmam que existem vários métodos para avaliar o desempenho muscular, que variam da dinamometria isocinética, do teste manual de músculos e também a dinamometria manual. Pesquisadores em testes de campo (tais como, flexões de braço na barra fixa, flexões, abdominais), usando equipamentos mínimos necessário ou até inexistentes, oferecem um método eficaz de baixo custo para avaliar a força e a potência nos participantes dos testes. Essa avaliação pode ser comparada a dados normativos para desempenho muscular, avaliando se a razão musculoesquelética do indivíduo encontra-se dentro dos valores normativos (2).

Negrete *et al.* ainda demonstram que a relação entre FBS e a FBBF modificada variam de 1,57:1, para o sexo masculino, sugerindo que a musculatura da parte superior do corpo usada para empurrar é 1,57 vezes mais forte do que a musculatura envolvida para realizar a puxada (2).

Os valores descritivos referente as médias encontradas foram utilizados para calcular a razão de agonistas e antagonistas entre os exercícios de FBS e FBBF. Assim, obteve-se uma relação de FBS para FBBF (3,30:1), bem como a FBS_Ajust para FBBF (2,31:1), o que demonstra um maior desempenho, independente do tratamento matemático, no momento de empurrar do que o de puxar. Ao se tratar da especificidade do movimento (empurrar e puxar), nosso estudo corrobora aos trabalhos ja existentes na literatura.

Porém, o valor da razão agonista/antagonista, sendo estes ajustados ou não, destoam dos encontrados em estudos científicos, como o de Negrete *et al.*, apesar de que a FBBF foi feita de uma outra maneira, decúbito dorsal, com os pés apoiados em um anteparo, ficando o corpo paralelo ao solo, o que altera a quantidade de FBBF realizada pelo participante do teste.

Já a FBS, neste mesmo estudo, foi realizada da mesma forma, sendo encontrada uma média de repetições de 18,99 (±3,66) no estudo de Negrete *et al.*, e uma média de repetições de 37,11 (±4,31) também nesse estudo. A média mais alta encontrada nessa pesquisa é explicada pelo fato desta ter sido realizada com militares que necessitam executar essa atividade em seus treinamento físicos diários (2).

Limitações

O estudo tem como limitação o fato da menção mais baixa do TAF, processo utilizado para obtenção dos resultados, ser contagiosa, o que acaba, por muitas das vezes, não representando o valor real na execução dos exercícios de FBS e FBBF, pois esses exercícios são executados após o teste de corrida de 12 minutos. Sendo assim, seus resultados podem influenciar a quantidade de FBS e FBBF executada pelo militar participante do teste.

Sugestões para pesquisas futuras

Sugere-se que seja realizado um estudo que desvincule as notas, permitindo, assim, uma análise mais fidedigna no número de repetições executadas pelos exercício de FBS e FBBF. Também será relevante que os participantes sejam submetidos ao teste no isocinético, permitindo uma análise mais específica e mais confiável para se afirmar que essa razão de FBS e FBBF, bem como FBS e a FBBF_Ajust sejam comparadas individualmente com o padrão-ouro existente.

CONCLUSÃO

O propósito desse estudo foi, inicialmente, identificar a razão agonista/antagonista entre o teste de flexão de braço no solo e flexão de braço na barra fixa em militares do CI, no ano de 2019, onde pôde-se concluir que essa razão é mais forte na musculatura envolvida no movimento de empurrar do que a musculatura envolvida para realizar a puxada, independente do ajuste matemático para normalização dos dados da FBS.

Ao comparar os valores da razão recíproca calculada, por meio da flexão de braço no solo e da flexão de braço no solo ajustada, essa razão apresentou diferença significativa e demonstrou uma melhor relação intra segmento.

Portanto, este estudo sugere que ao identificar e comparar a razão recíproca intra segmento nos testes funcionais/ocupacionais de FBS e FBBF, o ajuste deve ser feito para igualar as condições de execução no que tange a massa corporal total (força externa) atuante no exercício.

REFERÊNCIAS

1. James JP. Laboratory and Occupation-Simulating Isokinetic and Psychophysical Responses of Military Personnel. (Dissertação de Mestrado). Grahamstown: Department of Human Kinetics and Ergonomics Rhodes University; 2000.
2. Negrete RJ, Hanney WJ, Pabian P, Kolber MJ. Upper Body Push and Pull Strength Ratio in Recreationally Active Adults. The International Journal of Sports Physical Therapy. Abril de 2013; 8(2);138–144.
3. Letafatkar A, Hadadnezhad M, Shojaedin S, Mohamadi E. Relationship Between Functional Movement Screening Score and History of Injury. The International Journal of Sports Physical Therapy. Fevereiro de 2014; 9(1);21–27.
4. Morcelli MM, Oliveira JMCA, Navega MT. Comparison of Static, Ballistic and Contract-relax Stretching in Hamstring Muscle. Revista Fisioterapia e Pesquisa. 2013; 20(3);244–249.
5. Neto Júnior J, Pastre CM, Monteiro HL. Postural Alterations in Male Brazilian Athletes Who Have Participated in International Muscular Power Competitions. Revista Brasileira de Medicina Esportiva. Maio/Junho de 2004; 10(3); 199–201.
6. Johnson D, Lynch J, Cygan KNJ, Mayhew JL. Relationship of Lat-Pull Repetitions and Pull-Ups to Maximal Lat-Pull and Pull-Up Strength in Men and Women. Journal of Strength and Conditioning Research. 2009; 23(3);1022–1028.
7. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Comando do Exército. Diretrizes para o Treinamento Físico Militar e sua Avaliação (Aprovada pela Port n° 032-EME, de 31 MAR 08). Brasília, 2008.
8. Hoozemans MJM, Knelange EB, Frings-Dresen MHW, Veeger HEJ, Kuijer PPFM. Are Pushing and Pulling Work-Related Risk Factors for Upper Extremity Symptoms? A Systematic Review of Observational Studies. Occupational and Environmental Medicine. 2014; 71;788–795.
9. Alderink JG, Kuck DJ. Isokinetic Shoulder Strength of High School and College-Aged Pitchers. The Journal of Orthopedic and Sports Physical Therap. 1986;7(4): 163–172.
10. Guedes MG. Comparação do Nível de Ativação Muscular entre os Exercícios Puxada pela Frente no Equipamento de Musculação e em Barra Fixa em Duas Intensidades Distintas. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2010. Trabalho de Conclusão de Curso em Educação física.

11.Leme MAA. Estudo Eletromiográfico dos Músculos Peitoral Maior, Deltóide e Tríceps do Braço em Indivíduos Treinados em Musculação. (Tese de Doutorado). Piracicaba: UNICAMP; 1999.

12.American College of Sports Medicine (2010). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (10th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health. 2018.

13.Dhahbi W. Kinetic, Chaabene H, Chaouachi A, Padulo J, Bem DG, Cochrane J, Burnett A, *et al.*. Analysis of Push-Up Exercises: a systematic review with practical recommendations. Sports Biomechanics. 2018.

14.Davimes L, Levinrad I. An Evaluation of Hamstring/Quadricep Strength Ratios In Elite Long Distance Runners And Sprinters. Sports Medicine; 2012; 5(1);16–20.

15.Cortez PJO. Dispositivo para Avaliar a Força Muscular dos Membros Superiores. (Dissertação de Mestrado). Guaratinguetá: Universidade Estadual Paulista; 2008.

16.Robbins DW, Young WB, Began DG, Payne WR. Agonist–Antagonist Paired Set Resistance Training: a brief review. Journal of Strength and Conditioning Research. 2010; 2873–2882.

17.Macioski AA. A Importância dos Exercícios Abdominais como Prevenção da Lombalgia. Paraná: Universidade Federal do Paraná; 1997. Trabalho de Conclusão de Curso em Educação Física.

18.Vicelli LCC. Referencial Normativo de Força entre os Músculos Flexores e Extensores da Articulação do Joelho em Atletas Profissionais de Futebol. (Dissertação de Mestrado). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2002.

19.Hinton RY. Isokinetic Evaluation of Shoulder Rotational Strength in High School Baseball Pitchers. The American Journal of Sport Medicine. 1988; 16(3);274–279.

20.Hughes RE, Johnson ME, O'Driscoll SW, An K-N. Normative Values of Agonist-Antagonist Shoulder Strength Ratios of Adults Aged 20 to 78 Years. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 1999; 80;1324–1326.

21.Contreras B, Schoenfeld BJ, Mike J, Tiryaki-Sonmez RG, Cronin J, Vaino E. The Biomechanics of the Push-up: implications for resistance training programs. Strength and Conditioning Journal. 2012; 34(5);41–46.

22.Ebben WP, Wurm B, VaderZanden TL, Spadavecchia ML, Durocher JJ, Bickhan CT, *et al.*. Kinetic Analysis of Several Variations of Push-Ups. Journal of Strength and Conditioning Research. 2011; 25(10);2891–2894.

23. Harbo T, Brincks J, Andersen H. Maximal Isokinetic and Isometric Muscle Strength of Major Muscle Groups Related to Age, Body Mass, Height, and Sex in 178 Healthy Subjects. European Journal of Applied Physiology. 2012; 112(1);267–275.
24. Yildiz Y, Aydin T, Sekir U, Kiralp MZ, Hazneci B, Kalyon TA. Shoulder Terminal Range Eccentric Antagonist/Concentric Agonist Strength Ratios in Overhead Athletes. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2006; 16(3);174–180.
25. Westrick RB, Duffey ML, Cameron KL, Gerber JP, Owens BD. Isometric Shoulder Strength Reference Values for Physically Active Collegiate Males and Females. Sports Health Journal. 2013; 5(1);17–21.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO (CCFEx)
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO (EsEFEx)

Avaliação das atitudes mediante o exercício físico e ao corpo nos alunos do Curso de Instrutores e Curso de Monitores de Educação Física da Escola de Educação Física do Exército

Você está sendo convidado para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Após ser esclarecido sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: **Análise da razão recíproca entre a flexão de braço na barra fixa e flexão de braço no solo em militares.**

Pesquisadores Responsáveis:

- Gabriel Laterça Pinheiro

E-mail: gabriel_crio@hotmail.com

- Prof. Dr. Runer Augusto Marson

E-mail: runer.marson@gmail.com

Buscando ampliar as informações acerca dos fatores que geram a melhora no desempenho físico militar bélico, este estudo pretende analisar o desempenho físico do sexo masculino no Exército Brasileiro em testes de aptidão física. Esta análise utilizar- se-á da metodologia de estudo transversal. Será utilizado o teste de flexão de braço sobre o solo e de flexão de braço na barra fixa. Estes testes fornecerão dados quantitativos da aptidão física de força e resistência muscular para investigar as hipóteses do estudo. Os riscos com a participação neste estudo são inerentes à participação em qualquer programa comum de avaliação da aptidão física (lesões músculo-esquelético, náuseas e vertigens), que ocorrem com baixa frequência em condições controladas. Porém, quando observado qualquer anormalidade em relação à saúde do indivíduo será imediatamente contatado o SAMU (Serviço de Atendimento Médico de Urgência), sendo que os riscos de lesão são desprezíveis.

É reservado o direito de retirada do consentimento à qualquer momento. Nesse caso, você não será penalizado de forma alguma. Os dados serão mantidos em sigilo. O participante poderá recorrer a COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA – CONEP. SEPN 510 NORTE, BLOCO A, 3° Andar. Edifício Ex-INAN - Unidade II - Ministério da Saúde. CEP: 70750-521 - Brasília-DF e pelos telefones +55 (61) 3315-5878 / 3315-5879 sobre questões éticas sempre que necessário.

Os esclarecimentos e a apresentação do conteúdo da pesquisa para os voluntários serão feitos em uma sala ou laboratório do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército - IPCFEx. Todos os testes serão aplicados segundo a portaria No 032-EME, DE 31 de Março de 2008.

As despesas com materiais de consumo para a pesquisa são de responsabilidade do pesquisador.

Em caso de dúvida, você deve procurar o 1° Ten Gabriel Pinheiro ou o Prof. Dr. Runer Augusto Marson (responsáveis pela orientação deste estudo). Telefone (21) 2586-2243.

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____, portador da carteira de Identidade n° _____ , expedida pelo Órgão _____, concordo em participar desse estudo como voluntário. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador, ficando claro os propósitos do estudo, seus desconfortos e riscos, as garantias de sigilo e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas. Concordo em participar voluntariamente desse estudo e posso retirar meu consentimento a qualquer momento sem penalidades.

Rio de Janeiro,_____ de_____de_____.

_____

Nome / Assinatura do voluntário

_____

Assinatura da testemunha

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste voluntário para participação neste estudo.

_____

1° Ten Gabriel Pinheiro

Pesquisador responsável