

Utilização do esfigmomanômetro na avaliação da força dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho em militares

Claudionor Delgado¹, José Fernandes Filho², Fernando Policarpo Barbosa³ e Hildeamo Bonifácio Oliveira⁴

RESUMO

Fundamentos e objetivo: Este estudo descritivo comparativo visa analisar a força nos diferentes ângulos na extensão e flexão do joelho em militares. Seu objetivo foi o de avaliar a força dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho em diferentes ângulos por meio de esfigmomanômetro modificado (EM) em militares saudáveis. **Métodos:** A amostra foi composta por 31 militares, sendo 19 do sexo feminino e 12 do sexo masculino, com idade média de $26,5 \pm 5,8$ anos; estatura média respectiva de $162,00 \pm 0,06$ (cm) e $175,00 \pm 0,06$ (cm); massa corporal média de $56,83 \pm 5,85$ (kg) e $73,25 \pm 10,46$ (kg). A metodologia de avaliação foi a proposta por Helewa, Goldsmith e Smithe (1981), utilizando-se o esfigmomanômetro modificado (EM). As contrações isométricas máximas em 30° de flexão e 30°/90° de extensão foram obtidas no teste de execução (*Make test*), na mesa flexo-extensora *Inbaf* e registradas pelo EM *Tycos*. A análise dos dados foi descritiva, aplicando-se o teste "t" de Student para comparar as médias, adotando-se um nível de significância de $p < 0,05$. **Resultados:** Tanto no grupo feminino quanto no masculino, observou-se diferença significativa somente entre os ângulos de 30 e 90 graus da extensão do joelho direito ($p > 0,05$). Nos ângulos de 90 graus para a extensão e 30 graus para a flexão do joelho não foram observadas diferenças significativas intragrupos ($p < 0,05$). **Conclusão:** Os militares apresentaram diferenças de força entre os grupos musculares anterior e posterior da articulação do joelho nos diversos ângulos estudados. A metodologia utilizada mostrou-se satisfatória para avaliação qualitativa da força.

RESUMEN

Utilización del esfigmomanómetro en la evaluación de la fuerza de los músculos extensores y flexores de la articulación de la rodilla en militares

Fundamentos y objetivo: Este estudio descriptivo comparativo tiene el objetivo de analizar la fuerza en los distintos ángulos en la extensión y flexión de la rodilla en militares saludables, utilizando

Palavras-chave: Força isométrica. Esfigmomanômetro. Articulação do joelho.

Palabras-clave: Fuerza isométrica. Esfigmomanómetro. Articulación de la rodilla.

dose el esfigmomanómetro modificado (EM). Métodos: Se evaluaron 31 militares, 19 del sexo femenino y 12 del sexo masculino, con promedio de edad de $26,5 \pm 5,8$ años, promedio de estatura respectiva de $162,00 \pm 0,06$ (cm) y $175,00 \pm 0,06$ (cm); promedio de masa corporal de $56,83 \pm 5,85$ (kg) y $73,25 \pm 10,46$ (kg). Se empleó la metodología de evaluación sugerida por Helewa, Goldsmith y Smithe (1981), utilizándose el esfigmomanómetro modificado (EM). Las contracciones isométricas máximas en 30° de flexión y 30°/90° de extensión se obtuvieron en la prueba de ejecución (*Make test*), en la mesa flexo-extensora *Inbaf* y registradas por EM *Tycos*. El análisis de los datos fue descriptiva, aplicándose la prueba "t" de Student para comparar los valores promedios, adoptándose un nivel de significancia de $p < 0,05$. **Resultados:** Tanto en el grupo femenino como en el masculino, se observó una diferencia significativa solamente entre los ángulos de 30 y 90 grados de la extensión de la rodilla derecha ($p > 0,05$). En los ángulos de 90 grados para la extensión y 30 grados para la flexión de la rodilla, no se observaron diferencias significativas intragrupos ($p < 0,05$). **Conclusión:** Los militares presentaron diferencias de fuerza entre los grupos musculares anterior y posterior de la articulación de la rodilla en los diferentes ángulos estudiados. La metodología utilizada se mostró satisfactoria para la evaluación cualitativa de la fuerza.

INTRODUÇÃO

A avaliação da força muscular tem sido objeto de estudo em diferentes áreas do conhecimento. Pode-se constatar na literatura que diferentes métodos, subjetivos (perimetria e teste muscular manual) e objetivos (dinamômetro portátil e dinamômetro isocinético) têm sido utilizados para mensurar essa valência física (quadro 1). Na história da fisioterapia, pode-se verificar a importância da avaliação da força no processo de reabilitação dos segmentos corporais⁽¹⁻³⁾.

QUADRO 1
Métodos de avaliação da força muscular

Métodos subjetivos	Métodos objetivos
1. Perimetria	1. Dinamômetro portátil
2. Teste muscular manual (TMM)	2. Dinamômetro isocinético

A hipotrofia e o desequilíbrio da força entre a musculatura agonista e antagonista são fatores que podem interferir nas disfunções musculares e alterar a estabilidade articular, acarretando possíveis lesões. Sendo assim, passa a ser de caráter prioritário ao fisioterapeuta realizar avaliações que possibilitem ações profiláticas, bem como o controle evolutivo do tratamento de lesões articulares. Entretanto, há controvérsias quanto à aplicação e validade

1. Coordenador do Programa Lato Senso de Fisioterapia Traumatológico do Instituto Brasileiro de Medicina de Reabilitação, IBMR-RJ – Crefito 2/689-F.

2. Prof. PhD Coordenador do Programa Stricto Senso da Ciência da Motricidade Humana da Universidade Castelo Branco, UCB-RJ – CREF 0066/1.

3. Prof. MsC. Coordenador do Programa de Iniciação Científica do Curso de Educação Física da Universidade Católica de Brasília – UCB – CREF 0155/7.

4. Prof. MsC. Coordenador do Laboratório de Estudo de Força – LABEF, Curso de Educação Física da Universidade Católica de Brasília – UCB – CREF 0159/7.

Recebido em 12/5/04. 2ª versão recebida em 16/9/04. Aceito em 20/9/04.

Endereço para correspondência: Claudionor Delgado, Clínica de Fisioterapia Claudionor Delgado, Av. Princesa Isabel, 323, sl. 412 – Copacabana – 22011-010 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: profdelgado@hotmail.com

dos métodos empregados, pois a assimetria do perímetro não indica assimetria de força^(1,4-8), o teste muscular manual tem confiabilidade de apenas 60-65%^(2,6,9,10), o dinamômetro portátil ainda não é regularmente fabricado no Brasil e apresenta diferentes leituras de acordo com o fabricante⁽³⁾ e o dinamômetro isocinético, de grande confiabilidade, tem como fator limitante primário para aquisição o seu alto custo e a necessidade de um espaço físico apropriado⁽¹¹⁾ (quadro 2).

QUADRO 2
Discussão resumida sobre os métodos de avaliação de força muscular: limitações, viabilidade, confiabilidade

Método	Discussão
1. Perimetria	A assimetria do perímetro de coxa é frequentemente relacionada à diminuição de torque. A associação entre perímetro e torque é questionada. A assimetria de perímetro não indica assimetria de força ^(1,4-7,10) .
2. Teste muscular manual	Principal teste muscular por muitas décadas. Beasley, há mais de 30 anos, já defendia a aplicação de testes mais objetivos. O TMM pode fornecer uma resposta submáxima se a força do paciente exceder a do fisioterapeuta. Williams relatou que a confiabilidade deste teste é de apenas 60 a 65% ^(2,6,9,11) .
3. Dinamômetro portátil	Embora tenha limitações, na última década sua aplicação tem sido defendida. Ainda não são regularmente fabricados no Brasil e o seu alto custo, dificuldades para manutenção e diferentes leituras de acordo com o modelo e fabricante, são fatores que reservam sua utilização na rotina de avaliação ⁽³⁾ .
4. Dinamômetro isocinético	Tem ajudado a vencer algumas dificuldades nos testes musculares. De grande confiabilidade, tem como fator limitante primário para aquisição o seu alto custo e a necessidade de espaço físico apropriado ⁽⁹⁾ .
5. Esfigmomanômetro modificado	Portátil, confiável, de baixo custo, simples e de rápida aplicação para avaliação de força muscular na profilaxia e monitoramento do processo de reabilitação. Só pode ser utilizado de forma comparativa. Não fornece índices de força de grupos musculares individualizados, mas percentuais de assimetria ^(9,10,12,13) .

Verificou-se, assim, a necessidade de um método de fácil aplicabilidade e baixo custo para a avaliação da força com confiabilidade dos resultados^(12,13). Dentre os métodos citados na literatura, o proposto por Helewa *et al.*⁽¹⁴⁾ demonstrou que a aplicação do esfigmomanômetro modificado (EM) era mais sensível na avaliação muscular do que a metodologia que faz uso de pesos livres. Observaram que a técnica de mensuração de força com o EM oferecia medidas quantitativa e objetiva mais sensíveis aos diferentes padrões de força. Esses autores concluíram que o método apresentava boa reprodutibilidade quando observados os resultados obtidos por diferentes avaliadores. Fernando e Robertson⁽¹⁵⁾ mostraram diferença de menos de 2% entre as medidas obtidas por diferentes examinadores, utilizando o EM, no teste de força de preensão manual. Helewa *et al.*⁽¹⁴⁾ afirmam que o EM apresenta ainda bom nível de segurança, podendo ser aplicado em pelo menos 24 grupos musculares.

Na literatura especializada, encontram-se relatos de dois tipos de teste muscular em que o EM pode ser utilizado^(12,16,17): a) Teste de Ruptura (*Break Test*) – É um teste manual, em que o EM é posicionado entre o segmento do examinado e a mão do examinador, a força do examinador supera o esforço muscular máximo do examinado; e b) Teste de Execução (*Make Test*) – É um teste mecânico, em que o EM é posicionado entre o segmento do examinado e um objeto ou aparelho estacionário com o examinado exercendo esforço máximo, isométrico.

Este estudo justifica-se pela possibilidade de oferecer um método prático para a avaliação da força muscular. Os segmentos corporais objetos deste estudo são os membros inferiores. Mais

especificamente o joelho, articulação com características singulares de estabilidade, função e importância, que apresenta alta incidência de lesões e disfunções, principalmente pelas deficiências supracitadas na musculatura periarticular, responsável pela sua estabilização dinâmica⁽¹⁸⁻²¹⁾.

O objetivo deste estudo é utilizar o EM para a avaliação da força dos músculos extensores e flexores do joelho, aplicando o Teste de Execução (*Make Test*) nos ângulos de 30/90 graus e 30 graus, respectivamente, em indivíduos adultos, aparentemente saudáveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

Metodologia

Este estudo teve uma abordagem descritiva comparativa⁽²²⁾; utilizou a metodologia de avaliação proposta por Helewa *et al.*⁽¹⁴⁾ em militares de ambos os sexos, com idade entre 19 e 31, aparentemente saudáveis.

Amostra

A amostra do presente estudo foi intencional, composta de 31 militares de ambos os sexos, sendo 19 mulheres e 12 homens, com idade entre 19 e 31, com média de 26,5 ± 5,8 anos, voluntários, sem lesões ou alterações anatômicas de joelho. Todos os participantes foram informados e esclarecidos sobre os riscos envolvidos no experimento, sendo convidados a preencher e assinar o termo de livre consentimento, em conformidade com a lei 196/96. Foram coletados os dados referentes a: idade, sexo, estatura, massa corporal, nível de prática de atividade física com prática regular e qual o lado de dominância.

Materiais

Esfigmomanômetro modificado – O aparelho para aferir pressão arterial teve a parte de velcro removida. O saco inflável foi dobrado em três partes iguais e fixado dentro de um saco inelástico. Neste protótipo, o esfigmomanômetro utilizado foi da marca *Tycos*[®]. Após as modificações, o aparelho apresentava as seguintes dimensões: 9cm de largura, 14cm de comprimento, 2,5cm de espessura e, os tubos aéreos, 48cm de extensão (figura 1). A unidade era insuflada e aplicada nas posições padronizadas por Reese⁽¹⁾ e Daniels e Worthingham⁽⁹⁾ para teste dos músculos investigados. Empregamos o “Teste de Execução” (*Make Test*), cuja estabilização é mecânica, para evitar erros de mensuração.

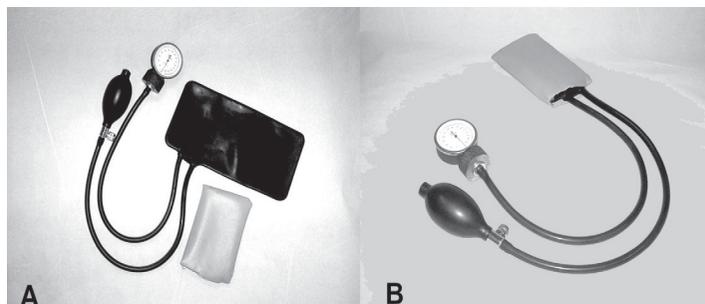


Fig. 1 – A) Parte inflável, de látex, utilizada nos esfigmomanômetros tradicionais para aferição da pressão arterial e saco inelástico que será empregado na adaptação do equipamento. **B)** Aspecto final do esfigmomanômetro modificado, após a dobra da parte inflável em três partes, contido no saco inelástico.

Mesa flexo-extensora “Inbaf” – O equipamento estava fixado em sua carga máxima de 80kg; para alguns voluntários, que conseguiram deslocar esta carga, foi acrescentada uma força de estabilização manual exercida pelo examinador na extremidade do braço de alavanca do aparelho. Foram adotadas as seguintes posições para o teste no equipamento *Inbaf*: extensão a partir de 90° e flexão a partir de 30°.

Procedimentos

Antes de realizar o teste de esforço, o voluntário recebia as instruções de como deveria proceder e era solicitado a que realizasse o movimento desejado uma única vez, em cada segmento, como forma de aprendizagem, antes que o EM fosse posicionado e que o teste de força fosse iniciado.

O EM era posicionado na extremidade distal entre a perna e o ponto de apoio da mesma com o braço de alavanca do aparelho. O teste consistia de três repetições em cada membro, para cada posição adotada, e o voluntário era induzido a exercer esforço máximo através de estímulos verbais de encorajamento.

Cálculo dos valores gerais obtidos – Os valores finais do teste para cada posição adotada, descrita anteriormente, foram calculados através da média aritmética do valor obtido em cada uma das duas posições.

Exemplo: Se, na extensão a partir de 90°, o voluntário conseguisse para membro inferior direito os valores 58, 50, 52, a média aritmética seria 53,3.

Cálculo do percentual de assimetria – Foram realizados cálculos comparativos para se estabelecer o percentual de assimetria de agonista antagonista de coxa direita e esquerda, nas posições de 90° de extensão, 30° de flexão. Para cada posição, subtraía-se a média aritmética menor da maior, o resultado obtido da subtração (X) era dividido pela média aritmética maior (B) e este resultado (Y) multiplicado por 100, encontrando-se, assim, o percentual específico para cada caso.

$$B - A = X \quad X/B = Y.100 = \%$$

Com o objetivo de tornar este método de avaliação mais simples e utilizável na clínica diária, como controle de avaliação e evolução do tratamento, não foi feita correlação entre pressão (mmHg) e força (N). Os valores obtidos foram utilizados somente como unidade de referência para se estabelecer o índice de assimetria.

Estatística

Para o tratamento dos dados foram utilizadas a análise descritiva e o teste "t" de Student para comparar as médias. Adotou-se um nível de significância de $p > 0,05$. Para tanto, utilizou-se o pacote estatístico "Statistical Package for the Social Sciences" (SPSS 11.0).

RESULTADOS

Caracterização da amostra

A estatura média do grupo feminino foi de $162,00 \pm 0,06$ (cm), com massa corporal de $56,83 \pm 5,85$ (kg). No grupo masculino foi observada estatura média de $175,00 \pm 0,06$ (cm) e massa corporal de $73,25 \pm 10,46$.

TABELA 1
Valores descritivos do teste força de extensão e flexão do joelho em homens e mulheres para os ângulos de 30/90 e 30 graus

Variáveis	Mulheres		Homens	
	Média ± DP		Média ± DP	
Extensão	Joelho direito		Joelho esquerdo	
30°	73,76 ± 21,96*	75,16 ± 19,31*	85,46 ± 20,74	90,64 ± 22,03
90°	83,37 ± 19,84*	85,96 ± 13,35*	109,15 ± 22,04*	110,35 ± 35,87*
Flexão	Média ± DP		Média ± DP	
	Joelho direito	Joelho esquerdo	Joelho direito	Joelho esquerdo
30°	66,44 ± 16,28*	65,14 ± 16,90*	81,55 ± 12,50	76,91 ± 70,93

* ($p < 0,05$)

Não foi feita correlação entre pressão (mmHg) e força (N). Os valores obtidos foram utilizados somente como unidade de referência para se estabelecer o índice de assimetria.

Em relação à prática regular de atividades físicas, verificou-se que, do total de indivíduos, 54,8% praticavam, enquanto 45,2% não praticavam.

Os valores médios e desvio padrão (Dp) para a análise dos ângulos estudados na extensão e flexão do joelho encontram-se apresentados na tabela 1.

Os dados da análise estatística demonstraram que, para a extensão do joelho no grupo feminino, observou-se diferença significativa entre os ângulos de 30° e 90° para a perna direita ($p < 0,05$), enquanto que, para a perna esquerda, não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$), sendo observado o mesmo comportamento para o grupo masculino.

Para a extensão 30° x flexão 30°, no grupo feminino observa-se diferença significativa ($p < 0,05$) para os dois segmentos. O grupo masculino não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) no mesmo caso observado.

Na análise da extensão 90° x flexão 30°, os grupos feminino e masculino não apresentaram diferença significativa para os dois segmentos ($p < 0,05$).

Quando comparada a extensão 30° x extensão 90° da perna direita, observou-se diferença significativa para os dois grupos ($p < 0,05$). Na perna esquerda, não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) entre os dois grupos.

Na comparação da flexão 30° x 30°, de acordo com a análise dos resultados, não foi constatada diferença significativa ($p > 0,05$) para os segmentos tanto no feminino, como também no masculino.

O índice percentual médio de assimetria de força entre flexores e extensores do joelho (isquiotibiais/quadríceps) encontrado com a utilização na metodologia descrita foi:

Nos homens (n = 12)

Joelho direito – Em 83,3% dos casos, o grupo extensor (quadríceps) apresentou predominância de força sobre o grupo flexor (isquiotibiais) com índice percentual médio de 26,4% (figura 2). Em 16,7% dos casos, o grupo flexor apresentou predominância de força sobre o grupo extensor com índice percentual médio de 18,8%.

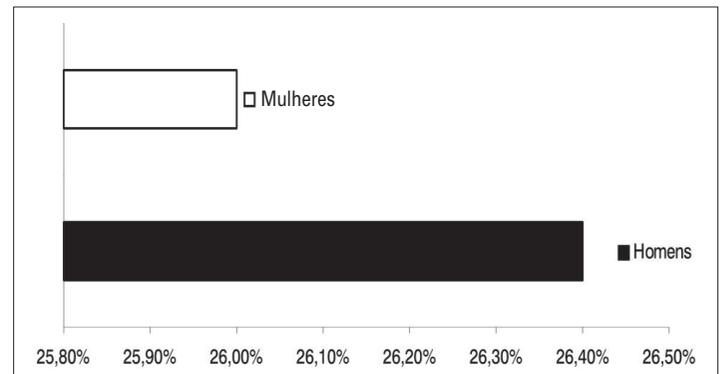


Fig. 2 – Joelho direito. Percentual médio de assimetria de força do grupo extensor dominante (N = 25).

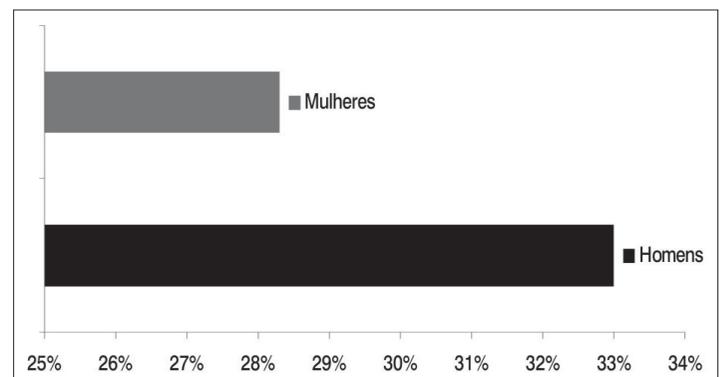


Fig. 3 – Joelho esquerdo. Percentual médio de assimetria de força do grupo extensor dominante (N = 22).

Joelho esquerdo – Em 66,6% dos casos, o grupo extensor apresentou predominância de força sobre o grupo flexor (isquiotibiais) com índice percentual médio de 33% (figura 3). Em 26,0% dos casos, o grupo flexor apresentou predominância de força sobre o grupo extensor com índice percentual médio de 6% e, em um caso, a força de extensão foi equivalente à de flexão.

Nas mulheres (n = 19)

Joelho direito – Em 78,9% dos casos, o grupo extensor apresentou predominância de força sobre o grupo flexor (isquiotibiais) com índice percentual médio de 26% (figura 2). Em 21,1% dos casos, o grupo flexor apresentou predominância de força sobre o grupo extensor com índice percentual médio de 9,5%.

Joelho esquerdo – Em 73,7% dos casos, o grupo extensor apresentou predominância de força sobre o grupo flexor (isquiotibiais) com índice percentual médio de 28,3% (figura 3). Em 26,3% dos casos, o grupo flexor apresentou predominância de força sobre o grupo extensor com índice percentual médio de 9,2%.

A predominância de força da musculatura extensora pode ser observada em 78% dos homens e 76,3% das mulheres, com índice médio de assimetria em relação à flexão de 26,4% no joelho direito e 33% no esquerdo em homens e, nas mulheres, 26% no joelho direito e 28,3% no esquerdo.

Os flexores tiveram predomínio sobre os extensores em 21,9% dos homens e 23,7% das mulheres, com índice médio de assimetria de 18,8% no joelho direito e 6% no esquerdo, em homens. Neste grupo, em que houve grande diferença de assimetria entre os segmentos, pode-se especular que seja pelo tipo de atividade física praticada pelo grupo. Em mulheres, o índice de assimetria foi de 9,5% no joelho direito e 9,2% no esquerdo.

Através dos resultados obtidos, não se pode confirmar a relação entre dominância manual e dominância de força em membro inferior. Esta relação foi observada em 31,5% do total de indivíduos testados, cuja maioria era destra, porém foi observado que o índice médio de assimetria de força entre flexores e extensores foi maior no joelho esquerdo, talvez por não ser o segmento de apoio e a musculatura não ser utilizada de maneira adequada.

DISCUSSÃO

Podemos destacar como limitação deste estudo: 1) o número de indivíduos avaliados e 2) em função da variação dos níveis de força observados, não é possível extrapolar os resultados de maneira a se criar valores normativos.

A assimetria de força entre agonistas e antagonistas já foi objeto de discussão em alguns estudos. O estudo realizado por Safran *et al.*⁽²³⁾ afirma que atletas com diferença de força de quadríceps para isquiotibiais de 60% em uma perna têm grandes chances de sofrer uma lesão muscular. Heiser *et al.*⁽²⁴⁾ mostraram que um time apresentava incidência de 7,7% de lesões de isquiotibiais, com taxa de 31,7% de recorrência, mas, depois de reconhecido e corrigido o desequilíbrio muscular, a incidência de lesões baixou para 1,1%.

Pode-se, em função desses estudos, sugerir que o mesmo possa ocorrer em indivíduos não atletas, como na amostra deste estudo. Essa desigualdade de força entre a musculatura agonista e antagonista da articulação do joelho é favorável, quando se observa Heyward⁽²⁵⁾, que apresenta os estudos de Golding, Meyers, e Sinning (1989), em que os autores sugerem uma diferença normal de força maior da porção anterior da coxa em relação à posterior em torno de 25%. Outros autores⁽²⁶⁻²⁸⁾ sugerem que essa diferença seja da ordem de 30 a 40%.

No presente estudo, parte da amostra revelou comportamentos similares aos encontrados na literatura⁽²⁵⁾. Também podemos apontar como sendo limitação do estudo a ordem de realização dos testes, em que pode existir influência da ação agonista/antagonis-

ta na perda de força em esforço máximo, em função da resistência gerada pelo antagonista, conhecido também como paradoxo de Lombard^(29,30). Entre outros pontos que podem ser considerados como fatores limitantes, citamos o percentual de indivíduos que não realizavam práticas esportivas regulares ou o nível de aptidão física, o qual não foi medido. A essa prática de exercícios está relacionada a eficácia da coordenação entre e intramuscular⁽³¹⁾. Tais fatores são associados à alta incidência de lesões no grupo muscular posterior da coxa^(24,26-30,32-34). Assim, percebe-se que a musculatura posterior não deve apresentar valores de força próximos ou similares aos da musculatura anterior.

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que a maioria dos participantes apresentava a equivalência de forças sugerida para a profilaxia de lesões musculares.

Sabemos que a pressão é proporcional à área de contato e que este fator pode ter influenciado nos resultados quando estabelecemos um índice normal de assimetria, o que deixa espaço para futuras investigações.

CONCLUSÃO

Os militares apresentaram diferenças de força entre os grupos musculares anterior e posterior da articulação do joelho nos diversos ângulos estudados.

Evidenciou-se a utilização do EM como um método prático e de baixo custo para avaliação de força entre flexores e extensores de joelho, podendo ser aplicados como parâmetro de comparação, quando objetivamos a profilaxia das lesões musculares ou o monitoramento de uma recuperação pós-cirúrgica de joelho.

Sugere-se que outros estudos possam investigar a relação de força obtida entre o método EM e valores standardizados por testes isométricos nos diferentes ângulos para extensão e flexão dos joelhos.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Reese NB. Testes de função muscular e sensorial. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2000.
2. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. Muscles – Testing and function. 4th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1993.
3. Williams M. Manual muscle testing – Development and current use. New York: World Confederation for Physical Therapy, 1956.
4. Allison S, Westpmol K, Finstuen K. Knee extension and flexion torque as function of thigh asymmetry. JOSPT 1993;6:661-6.
5. Beasley WC. Influence of method on estimate of normal knee extensor force among normal and postpolio children. Physical Therapy Review 1956;86:21-44.
6. Bohannon RW, Lusardi MM. Modified sphygmomanometer versus strain gauge hand-held dynamometer. Phys Ther 1991;72:911-8.
7. Brunnstrom S. Cinesiologia clinica. 4^a ed. São Paulo: Manole, 1989.
11. Cooper M. Use and misuse of the tape measure as a mean of assessing muscle strength and power. Rheum and Rehab 1981;20:211-8.
9. Daniels L, Worthingham C. Provas de função muscular. 5^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.
8. Delorme TL. Restoration of muscle power by heavy resistance exercises. J Bone Joint Surg 1945;27:645-67.
10. Griffin JW, McClure MH, Bertonini TE. Sequential isometric and manual muscle testing in patients with neuro muscular disease. Phys Ther 1986;66:32-5.
12. Isherwood L, Lew L, Dean E. Indirect evidence for eccentric muscle contraction during isometric muscle testing performed with a modified sphygmomanometer. Physiot Canada 1989;41:138-42.
13. Rice CL, Cunningham DA, Peterson DH, Rechnitzer PA. Strength in an elderly population. Arch Phys Med Rehabil 1989;70:391-7.
14. Helewa A, Goldsmith CH, Smithe M. The modified sphygmomanometer – an instrument to measure muscle strength, a validation study. J Clin Epidemiol 1981;34:353-61.
15. Fernando UM, Robertson JC. Grip strength in the healthy. Rheum and Rehab 1982;21:179-81.

16. Smidt GL, Rogers MW. Factors contributing to regulation and clinical assessment of muscular strength. *Phys Ther* 1982;9:1283-90.
17. Bohannon RW. Make tests and break tests of elbow flexor muscle strength. *Phys Ther* 1988;2:193-4.
18. Kapandji AI. *Fisiologia articular*. 5ª ed. São Paulo: Panamericana, 2000.
19. Podesta L, Magnusson J, Gillette T. Reconstrução do ligamento cruzado anterior. In: Maxey L, Magnusson J, editores. *Reabilitação pós-cirúrgica para o paciente ortopédico*. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2003;200-20.
20. Weber MD, Ware N. Reabilitação do joelho. In: Andrews JR, Harrelson GL, Wilk KE, editores. *Reabilitação física das lesões desportivas*. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2000; 235-94.
21. Wallace LA, Mangine RE, Malone TR. Joelho. In: Malone TR, McPoil TG, Nitz AJ, editores. *Fisioterapia em ortopedia e medicina no esporte*. 3ª ed. São Paulo: Santos, 2000;295-326.
22. Thomas JR, Nelson JK. Métodos de pesquisa em atividade física. Porto Alegre: Artmed, 2002.
23. Safran M, Seaber A, Garnett W. Warm-up and muscular injury prevention an update. *Sports Med* 1989;4:239-49.
24. Heiser TM, Weber J, Sullivan G, Clare P, Jacobs RR. Prophylaxis and management of hamstrings muscle injuries in intercollegiate football players. *Am J Sports Med* 1984;12:368-70.
25. Heyward VH. *Advanced fitness – Assessment & exercise prescription*. 3ª ed. New York: Human Kinetics, 1998.
26. Arnheim DH, Prentice WE. *Modern principles of athletic training*. 2ª ed. St. Louis: Mosby, 1993.
27. Agre JC. Hamstrings injuries: proposed etiological factors, prevention, treatment. *Sports Med* 1985;2:21-33.
28. Restron P, Kannus P, editors. *Endurance in sport*. London: Blackwell, 1992.
29. Distefano V. Functional anatomy and biomechanics of the knee. *Athl Train* 1978; 13:113-8.
30. Simão R. *Fundamentos fisiológicos para o treinamento de força e potência*. São Paulo: Phorte Editora, 2003.
31. Flek SJ, Kraemer WJ. *Fundamentos do treinamento de força muscular*. 2ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.
32. Liemhon W. Factors related to hamstrings strains. *J Sports Med Phys Fitness* 1978;18:71-75.
33. Fahey TD. *Athletic training: principles and practice*. Palo Alto: Mayfield, 1986.
34. Gallaspy JB. Reabilitação dos músculos isquiotibiais, quadríceps e virilha. In: Andrews JR, Harrelson GL, Wilk KE, editores. *Reabilitação física das lesões desportivas*. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2000;295-311.