

## Artigo original

# Dinamômetro analógico adaptado: um dispositivo para medir o torque muscular

## *Adapted analog dynamometer: a device for measuring the muscle strength*

Renato Alves Sandoval, M.Sc.\*, Roberto Sergio de Tavares Canto, D.Sc.\*\*\*, Mário Antônio Baraúna, D.Sc.\*\*

\*Fisioterapeuta, Mestre em Fisioterapia pela UNIT-MG, Prof. do curso de Fisioterapia da Universidade Católica de Goiás,

\*\*Professores Doutores do Mestrado em Fisioterapia da UNIT-MG

### Resumo

A amostra foi composta por 40 indivíduos, sendo 28 do sexo feminino (70%) e 12 do sexo masculino (30%), com idades entre 18 e 30 anos, ( $X = 21,48 \pm 2,94$ ) anos. Para verificar a correlação entre as 3 (três) medidas do dinamômetro foi utilizado os valores de rs no coeficiente de Spearman sendo: flexão do joelho esquerdo (0,9548/0,9604/0,9647), flexão do joelho direito (0,8936/0,8221/0,9451), extensão do joelho esquerdo (0,9259/0,9000/0,9758), extensão do joelho direito (0,9498/0,9478/0,9757), a probabilidade de erro aleatório foi 0 (zero); para verificar a fidedignidade do dinamômetro foi aplicado o coeficiente de Alpha de Cronbach, com valor de  $\alpha > 0,80$  sendo: flexão do joelho esquerdo (0,9989), flexão do joelho direito (0,9968), extensão do joelho esquerdo (0,9982), extensão do joelho direito (0,9989). Concluiu-se que: o dinamômetro analógico adaptado mostrou ser um instrumento válido e fidedigno. O custo acessível da confecção do aparelho por nós desenvolvido, a praticidade do seu uso e a facilidade da leitura dos resultados, associado ao grau de validade e fidedignidade alcançado, comprovado estatisticamente, permite-nos afirmar que o dinamômetro analógico adaptado com as modificações realizadas, certamente representa um importante auxiliar no armamentário propedêutico e terapêutico na prática diária dos fisioterapeutas.

**Palavras-chave:** força muscular, dinamometria, dinamômetro analógico adaptado.

### Abstract

Forty subjects were studied: 28 females (70%) and 12 males (30%), from 18 to 30 years old, ( $X = 21,48 \pm 2,94$ ) yr. To verify the correlation between three dynamometer measurements were used to calculate Spearman's coefficient (rs): left knee flexion (0,9548/0,9604/0,9647), right knee flexion (0,8936/0,8221/0,9451), left knee extension (0,9259/0,9000/0,9758), right knee extension (0,9498/0,9478/0,9757), random error probability was zero; to verify the reliability of the dynamometer was applied the Alpha Cronbach's coefficient, with a value  $\alpha > 0,80$  as follows: left knee flexion (0,9989), right knee flexion (0,9968), left knee extension (0,9982), right knee extension (0,9989); The author concluded that: adapted analog dynamometer was valid and reliable The cost to produce the author's equipment is accessible, its easily understandable management and easily readable results, to gather with its responsiveness and reliability, proved by statistic values, permit the author to assert that adapted analog dynamometer with its modifications, certainly represents an important help in the therapeutic and propedeutic at day living of physical therapist.

**Key words:** muscle strength, dynamometer, adapted analog dynamometer.

### Introdução

A força muscular, entendida como a capacidade do músculo em gerar tensão de forma ativa, é um conceito que ocupa um importante lugar no conhecimento cinesiológico, tanto no campo avaliativo como terapêutico [1]. Este conceito do sistema músculo-esquelético se expressa através do momento de força ou torque, que pode ser definido como uma força sobre uma alavanca que se movi-

menta em torno de um eixo e que pode ser calculado:  $T = F \times D$ , onde T = torque, F = força e D = distância [2].

Durante o século XIX, realizavam-se avaliações musculares através de resistências manuais complementadas com observações da postura e da marcha. No início do século XX, devido aos efeitos devastadores da poliomielite houve uma padronização de alguns métodos para avaliar a força muscular que foram denominados métodos manuais (MMA). Alguns pioneiros desses métodos foram: Lovett & Martin

em 1928 e na década de 1940 Lowman, Newman e Kendall & Kendall [3].

Posteriormente devido à 2ª. Guerra Mundial aprimorou-se novos métodos de quantificação da força muscular com o intuito de obter maior objetividade dos resultados. Um dos precursores desses métodos foi Thomas De Lorme (1943), que descreveu os termos técnicos de 1 resistência máxima e 10 resistências máximas (RM). Os trabalhos desenvolvidos por este autor serviram de base para novos protocolos de avaliação da força muscular na década de 1950, como os métodos de Zinovief, McGovern-Luscombe, Dotte, entre outros. Estes métodos foram denominados métodos mecânicos (MME) [4].

O avanço contínuo propiciou o desenvolvimento de novos métodos, na década de 1960, autores como: Hettinger & Müller, Liberson & Rose, Troisier & Rocher, entre outros, dividiram os MME em estáticos e dinâmicos, diferenciando a avaliação muscular realizada com contração isométrica ou com contração isotônica [4].

Com a melhoria das técnicas cirúrgicas, o desenvolvimento da medicina esportiva e o aprofundamento dos conhecimentos na área de fisiologia do exercício, possibilitaram no final da década de 60 o desenvolvimento do conceito de contração isocinética, sendo que, James Perrine foi o introdutor deste conceito através de um artigo científico de Hislop & Perrine em 1967 [5].

Paralelamente ao desenvolvimento do conceito isocinético, autores como: Piovesan *et al.* [6], Godinho *et al.* [7], Santarém *et al.* [8], Guirro *et al.* [9-12], Mendonça *et al.* [13], Kvist *et al.* [14], Bohannon [15], Rogatto & Valim [16], Dvir [17], Santos [18], entre outros, desenvolveram métodos alternativos de avaliação da força muscular. Estes métodos são denominados métodos mecânicos estáticos, cujo principal parâmetro avaliado é o momento máximo da força muscular ou torque, através de uma contração isométrica máxima.

Inicialmente estes aparelhos foram desenvolvidos a partir de materiais de uso diário como balanças, aparelhos de pressão ou esfigmomanômetro, torquímetros e tensiômetros. Atualmente os dispositivos mais utilizados neste tipo de avaliação são as células de carga e os dinamômetros analógicos [17,19]. Estes instrumentos por sua vez proporcionam avaliações objetivas da força muscular, e devido ao seu tamanho, praticidade e custo, podem ser utilizados com facilidade no ambiente clínico [19].

Piovesan *et al.* [6] utilizaram para avaliar a força do músculo quadríceps, uma balança analógica com resistência por pesos, adaptada a uma mesa flexo-extensora, através de um sistema de roldanas.

Godinho *et al.* [7] utilizaram para avaliar a força dos músculos do manguito rotador, um tensiômetro de tração com carga máxima de 20 kg.

Harvey *et al.* [20] utilizaram parâmetros eletromiográficos aliados ao TMM, para avaliar a força do quadríceps em indivíduos com esclerose múltipla.

Guirro *et al.* [9-12] utilizaram para avaliar a força do músculo quadríceps, uma célula de carga com capacidade máxima de 100 kgf. Este mesmo autor em 2001 utilizou novamente uma célula de carga, para avaliar a força dos músculos flexores do punho. Também em 2001 este autor utilizou células de carga com capacidades máximas de 50 e 100 kgf, para avaliar músculos do braço e antebraço após resfriamento local e aquecimento profundo.

Mendonça *et al.* [13] utilizaram uma célula de carga adaptada a uma cadeira de Bonett e mostraram a eficiência do dispositivo para avaliar a força muscular dos flexores e extensores do joelho.

Bohannon [15] utilizou um dinamômetro analógico, para avaliar a força muscular do quadríceps e comparou os resultados obtidos pelo dinamômetro com os resultados obtidos com o TMM.

Rogatto & Valim [16] correlacionaram o teste de 1 RM proposto por De Lorme, com a área muscular de secção transversal da coxa e chegaram a uma equação que permite quantificar a força muscular do quadríceps e isquiotibiais.

Santos [18] utilizou um dinamômetro analógico, para avaliar a força dos músculos lombares e comparou com valores encontrados na avaliação isocinética.

Estes métodos utilizam na sua maioria contrações isométricas máximas, priorizando a avaliação do momento máximo da força ou torque [17]. Para uma maior aplicabilidade estes métodos devem ser testados quanto a sua validade e fidedignidade.

Este trabalho justifica-se e tem por objetivo desenvolver um método de avaliação da força muscular, e após análise verificar sua validade, fidedignidade, praticidade e custo.

## Revisão da literatura

### Força muscular

Smith *et al.* [21], McArdle *et al.* [22], Pedrinelli [23], Hall [24] e Medina [4] são unânimes em afirmar que força muscular é a habilidade que um músculo ou grupo muscular possui de exercer tensão através de um esforço voluntário e de que esta tensão é constante ao longo do comprimento do músculo e nos sítios de inserção musculotendíneo no osso.

Grandjean [259], Pedrinelli [23] e Paulo & Forjaz [26] afirmam que a força muscular é proporcional ao número de fibras musculares recrutadas durante a contração e de que este recrutamento é proporcional ao número de unidades motoras presentes no músculo.

Dvir [17], Clarkson [19] e Morrow *et al.* [27] afirmam que a força muscular nos seres vivos deve ser entendida

como o estudo do torque, que é o efeito rotacional da força gerada por um músculo ou grupo muscular aplicado a uma articulação e também definido como momento máximo da força.

### Dinamometria analógica

O dinamômetro analógico, embora de concepção simples, apresenta-se adequado para avaliar a força do quadríceps, o coeficiente de variação devido a fatores inerentes ao aparelho, é menor que o coeficiente das variações biológicas, tornando as medidas válidas e reprodutíveis [6].

A dinamometria analógica é um método simples de avaliação da força muscular, através de uma contração isométrica máxima contra uma resistência, os resultados encontrados são semelhantes a de estudos experimentais [7].

Os dinamômetros analógicos utilizados para medir a força muscular são dispositivos que operam segundo o princípio de tração e compressão. Quando uma força externa é aplicada ao dinamômetro, uma mola é tensionada e movimenta um ponteiro. Sabendo-se quanto de força é necessário para deslocar a mola e o ponteiro, pode-se determinar com exatidão, quanto de força estática externa foi aplicada ao dinamômetro [22].

Os testes isométricos são os que mantêm maior relação com o torque, aproximando-se da avaliação isocinética [23].

Métodos alternativos de avaliação da força muscular como células de carga e dinamometria analógica mostram-se eficientes neste campo da avaliação físico-funcional [13].

Uma alternativa objetiva para o TMM é o dinamômetro analógico. Estes aparelhos devem ser calibrados periodicamente, só assim conseguem manter uma correlação de resultados com o TMM e a avaliação muscular isocinética [15].

Os dinamômetros analógicos mostram-se válidos na avaliação da força muscular, podendo estas avaliações serem auxiliadas por outros métodos, por exemplo: eletromiografia e plataformas de força [18].

## Material e métodos

### Amostra

A amostra foi composta por 40 indivíduos, sendo 28 do sexo feminino (70%) e 12 do sexo masculino (30%), com idades entre 18 e 30 anos, ( $X = 21,48 \pm 2,94$ ) anos.

### Critérios de inclusão

Indivíduos saudáveis; sem patologias diagnosticadas nos joelhos; sedentários ou ativos, mas que não participem de competições.

## Materiais

Cadeira Flexo-Extensora: confeccionada em chapas e tubos de ferro fundido de alta resistência, pintura eletrostática, com regulagem de profundidade do assento e encosto, revestimento em espuma e curvim, dispositivo de tração e compressão dotado de uma alavanca com regulagem de altura e apoio acolchoado para região inferior da perna, eixo de tração e compressão com regulagem de posição, haste de tração e compressão rígida e base horizontal para adaptação de um dinamômetro analógico.

Dinamômetro Analógico: da marca Kratos Equipamentos, modelo DLC, série nº D011107, capacidade nominal 100 Kgf, divisão de 1 em 1 Kgf, ponteiro guia, ponteiro de arrasto e controle fino para regulagem inicial em 0 (zero). Aferido pela Kratos Equipamentos em 19/11/2001 com certificado de calibração nº 64311/01 e em 14/06/2002 com certificado de calibração nº 35506/02, conforme norma ABNT – NBR 8197/83. Aferido por Furnas Centrais Elétricas S.A. Departamento de Apoio e Controle Técnico – Laboratório de Metrologia. Entidade indicada pelo INMETRO – Goiás, com certificado de calibração nº 0090/2003.

Dinamômetro Analógico Adaptado (DAA): dispositivo desenvolvido especificamente para este trabalho, composto pela cadeira flexo-extensora e dinamômetro analógico (Figura 1).

**Figura 1** – *Dinamômetro analógico adaptado.*



## Métodos

Em um primeiro momento todos os indivíduos da amostra receberam uma explicação de como seria realizada a pesquisa, e após concordarem em participar, assinaram um consentimento informado, tendo consciência das etapas na qual iriam participar. Na primeira etapa todos os indivíduos foram identificados e submetidos a uma avaliação físico-funcional. Nesta o indivíduo foi questionado quanto à dominância nos membros inferiores, quanto à prática de atividade física, se sentiam dor nos joelhos. Na segunda etapa, realizamos a medida da força muscular através do dinamômetro analógico adaptado (DAA). Após demonstrar o dispositivo a todos os indivíduos, estes foram solicitados a posicionarem-se na cadeira flexo-extensora, assumindo a postura sentada, tronco ereto, quadris fletidos em 90°, pernas pendidas sem apoio e os membros superiores cruzados a frente do tronco [28,6]. Em seguida posicionamos o membro inferior a ser avaliado na região distal da alavanca de tração e compressão, com 60° de flexão de joelho, essa angulação foi apurada através da goniometria dos joelhos [23]. Estabilizamos manualmente o quadril e a coxa do indivíduo que estava sendo examinado, com uma das mãos na crista ilíaca e outra no terço médio da coxa, primeiramente a coxa direita e em seguida a coxa esquerda. Com a voz de comando “atenção”, “contrair”, “força, força, força”, “relaxa”, solicitamos uma contração isométrica máxima do quadríceps femoral direito e esquerdo separadamente. As medidas foram obtidas em 3 (três) contrações consecutivas, com descanso de 30 segundos entre as contrações [9]. As medidas em flexão do joelho para obtenção da força dos isquiotibiais foram obtidas com a mesma metodologia, somente alterando o posicionamento do membro inferior em relação à alavanca de tração e compressão e alterando o posicionamento do eixo da cadeira flexo-extensora em relação ao dinamômetro, totalizando 480 medidas dinamométricas.

## Resultados

Com o intuito de verificar a existência ou não de correlações significantes entre as três medidas obtidas com o dinamômetro analógico com relação aos movimentos de flexão e de extensão dos joelhos direito e esquerdo, efetuados por 40 indivíduos, foi aplicado o coeficiente de correlação por postos de Spearman, aos dados em questão [29]. O nível de significância foi estabelecido em 0,05, em uma prova bilateral. Os resultados estão demonstrados na tabela I.

**Tabela I** – Valores de  $r_s$  e de probabilidades a eles associados, obtidos quando da aplicação do Coeficiente de Correlação de Spearman, as três medidas obtidas com o dinamômetro analógico com relação aos movimentos de flexão e de extensão dos joelhos direito e esquerdo efetuados por 40 indivíduos, combinados os resultados dois a dois.

Variáveis analisadas	Valores de $r_s$	Probabilidades
Flexão Joelho Esquerdo		
1ª x 2ª medidas	0,9548	0*
1ª x 3ª medidas	0,9604	0*
2ª x 3ª medidas	0,9647	0*
Flexão Joelho Direito		
1ª x 2ª medidas	0,8936	0*
1ª x 3ª medidas	0,8221	0*
2ª x 3ª medidas	0,9451	0*
Extensão Joelho Esquerdo		
1ª x 2ª medidas	0,9259	0*
1ª x 3ª medidas	0,9000	0*
2ª x 3ª medidas	0,9758	0*
Extensão Joelho Direito		
1ª x 2ª medidas	0,9498	0*
1ª x 3ª medidas	0,9478	0*
2ª x 3ª medidas	0,9757	0*

(\*)  $p < 0,05$

De acordo com os resultados demonstrados na tabela 1, houve correlações positivas significantes entre todas as medidas das variáveis analisadas. Isto significa que qualquer uma das três medidas pode ser considerada válida.

Com interesse em avaliar a fidedignidade, ou consistência, das três medidas obtidas com o dinamômetro analógico, foi aplicado o coeficiente de fidedignidade Alpha de Cronbach.

Este coeficiente é aplicado após a obtenção dos valores de  $r_s$ . Consideram-se elevados os coeficientes a que forem maiores ou iguais a 0,80. Os resultados estão demonstrados na tabela II.

**Tabela II** – Valores de  $\alpha$  encontrados, quando da aplicação do Coeficiente Alpha de Cronbach, às medidas de correlações encontradas entre as três medidas obtidas com o dinamômetro analógico.

Variáveis analisadas	Valores de $\alpha$
Flexão Joelho Esquerdo	0,9989*
Flexão Joelho Direito	0,9968*
Extensão Joelho Esquerdo	0,9982*
Extensão Joelho Direito	0,9989*

(\*)  $\alpha \geq 0,80$

De acordo com os resultados demonstrados na tabela 2, o dinamômetro analógico mostrou-se um instrumento fidedigno e confiável com uma alta consistência dos resultados.

## Discussão

Na avaliação da força muscular, feita pelo dinamômetro analógico adaptado, verificou-se uma média da amostra de 21,82 kgf com desvio padrão de 7,78, para extensão do joelho

e média de 8,17 kgf com desvio padrão de 4,57, para flexão do joelho. A média de extensão do joelho ficou abaixo dos 42 kgf, relatada por Kapandji [30], sendo que o referido autor não especifica se está trabalhando com média ou pico de força do quadríceps. Este mesmo autor relata que o quadríceps é 3 (três) vezes mais potente que os isquiotibiais, nosso trabalho mostrou resultado semelhante, com o quadríceps 2,67 vezes mais potente que os isquiotibiais.

Um ponto de convergência da dinamometria isocinética e dinamometria analógica, está na avaliação do torque muscular. O torque é o parâmetro mais utilizado na avaliação muscular isocinética e é o único parâmetro avaliado pelo dinamômetro analógico, que utiliza para esta avaliação uma contração isométrica máxima. Segundo Pedrinelli [23], a avaliação do torque muscular feito através de um dinamômetro que utiliza contração isométrica máxima é o melhor método, pois se aproxima do trabalho realizado com pacientes que passam por um processo de reabilitação.

Não há dúvida de que o dinamômetro isocinético é o aparelho mais confiável e válido para realizar a avaliação da força muscular, como relatado por Pedrinelli [23], Terreri *et al.* [31,32], Medina [4], Gibson *et al.* [33], Dolny *et al.* [28], Kvist *et al.* [14] e Aquino *et al.* [34]. Também não há dúvida de que o dinamômetro isocinético é um aparelho de difícil utilização. Autores como: Piovesan *et al.* [6], Godinho *et al.* [7], Pedrinelli [23], Medina [4], Dolny *et al.* [28], Terreri *et al.* [32] e Bohannon [15] são unânimes em afirmar que as principais desvantagens da avaliação muscular isocinética são: o alto custo e o grande porte dos aparelhos. Além do que as avaliações dos resultados obtidos em cadeia cinética aberta são também de difícil interpretação.

O aparelho desenvolvido para este trabalho, dotado de uma cadeira flexo-extensora e um dinamômetro analógico, mostrou-se através da análise estatística, ser um aparelho válido e fidedigno na avaliação do torque muscular, além de ser prático, de fácil leitura e baixo custo. Este aparelho tem por princípio de avaliação a utilização da contração isométrica máxima. O dinamômetro analógico adaptado, como é denominado, possui um dinamômetro fixado em uma plataforma e conectado a uma cadeira flexo-extensora através de um eixo e uma haste metálica rígida. Esta arquitetura do aparelho foi desenvolvida para evitar variáveis como: posicionamento do dinamômetro, direção de aplicação da força e elasticidade de materiais. Exatamente são estes os pontos que diferem nosso trabalho do estudo desenvolvido por Bohannon [15], que utiliza um dinamômetro fixado manualmente, dificultando o correto posicionamento do mesmo e a correta aplicação da força de ação e reação, aumentando consideravelmente as variáveis do estudo. Além disso, o uso de hastes rígidas evita a angulação lateral no momento do teste e os possíveis erros oriundos da elasticidade de outros materiais.

O custo acessível da confecção do aparelho por nós desenvolvido, a praticidade do seu uso e a facilidade da

leitura dos resultados, associado ao grau de validade e fidedignidade alcançado, comprovado estatisticamente, permite-nos afirmar que o dinamômetro analógico adaptado, com as modificações realizadas, certamente representa um importante auxiliar no armamentário propedêutico e terapêutico na prática diária dos fisioterapeutas.

## Conclusão

O dinamômetro analógico adaptado (DAA), mostrou ser um instrumento acessível e prático, capaz de avaliar o torque dos músculos quadríceps femoral e isquiotibiais.

A avaliação muscular do quadríceps femoral e dos isquiotibiais feita pelo DAA mostrou ser um método acessível, prático, válido e fidedigno, podendo ser utilizado com facilidade na prática clínica fisioterapêutica.

## Referências

1. Sapega, A. Muscle performance evaluation in orthopaedic practice. *JBJS* 1990;72(10):1562-74.
2. Hamill J, Knutzen KM. Bases biomecânicas do movimento humano. São Paulo: Manole; 1999. 532 p.
3. Escobar M, Núñez I, Véliz C. Evolución histórica de los métodos de evaluación muscular y sus implicancias kinésicas. X Congreso Nacional de Kinesiología, Viña del Mar, Chile; 1990. p. 112-21.
4. Medina CV. Evaluación muscular isocinética del grupo flexo-extensor de rodilla. *Kinesiología* 2000;59:53-7.
5. Perrine J, Hislop H. The isokinetic concept of exercise. *Phys Ther* 1967; 47:114-7.
6. Piovesan MA, Lipparelli et al. Estudo comparativo do torque do músculo quadríceps entre os grupos de indivíduos submetidos a diferentes tipos de condicionamento físico. *Rev Bras Ciênc Mov* 1989;3(4):67-71.
7. Godinho GG, Santos FML, Freitas JMA. Avaliação da força muscular e da função do ombro, após reparo do manguito rotador. *Rev Bras Ortop* 1994;29(9):643-6.
8. Santarem JM, Barbosa AR, Marucci MFN. Efeitos de um programa de treinamento contra resistência sobre a força muscular de mulheres idosas. *Rev Bras Ativ Fís Saúde* 2000;5(3):12-20.
9. Guirro R, Nunes CV, Davini R. Comparação dos efeitos de dois protocolos de estimulação elétrica neuromuscular sobre a força muscular isométrica do quadríceps. *Rev Fisioter Univ São Paulo* 2000;7(1/2):10-5.
10. Guirro R, Berzin F. Análise da frequência mediana e da força muscular após estimulação elétrica neuromuscular de baixa frequência. IX Congresso Brasileiro de Biomecânica, Gramado, Rio Grande do Sul; 2001. p. 251-6.
11. Guirro R, Martin AP, Vomero VU. Alterações do espectro de potência decorrentes do aquecimento por ondas curtas terapêutico. IX Congresso Brasileiro de Biomecânica, Gramado, Rio Grande do Sul; 2001. p.128-32.
12. Guirro R, Davini R, Nunes CV. As respostas musculares induzidas após o resfriamento local. IX Congresso Brasileiro de Biomecânica, Gramado, Rio Grande do Sul; 2001. p. 305-10.

13. Mendonça GLF et al. Dispositivo para transdução de força em uma cadeira de Bonett. Núcleo de estudos e tecnologia em Engenharia Biomédica, Departamento de tecnologia mecânica, Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal da Paraíba 2001. p. 295-6.
14. Kvist J et al. Anterior tibial translation during different isokinetic quadriceps torque in anterior cruciate ligament deficient and nonimpaired individuals. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2001;31(1):4-15.
15. Bohannon RW. Measuring knee extensor muscle strength. *American Journal Physical Medicine & Rehabilitation* 2001;80(1):13-8.
16. Rogatto GP, Valim PC. Relação entre área muscular da coxa e nível de força máxima dos músculos extensores do joelho de atletas de natação e voleibol. *Revista digital, Buenos Aires* 2002;8(48). [citado 2002 aug 18]. Disponível em URL:<http://www.efdeportes.com>.
17. Dvir Z. Isocinética: avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas. São Paulo: Manole; 2002. 201p.
18. Santos LJM. Dinamometria isocinética lombar. *Revista digital, Buenos Aires* 2002;8(49). [citado 2002 aug 18]. Disponível em URL:<http://www.efdeportes.com>.
19. Clarkson HM. Avaliação musculoesquelética: amplitude de movimento articular e força muscular manual. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002. 411 p.
20. Harvey L, Smith AD, Jones R. The effect of weighted leg raises on quadriceps strength, EMG parameters and functional activities in people with multiple sclerosis. *Physiotherapy* 1999;85(3):154-61.
21. Smith LK, Weiss EL, Lehmkühl LD. *Cinesiologia clínica de Brunnstrom*. 5 ed. São Paulo: Manole; 1997. 538 p.
22. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998. 510 p.
23. Pedrinelli, A. Estudo comparativo da força dos músculos flexores e extensores do joelho pela avaliação isocinética entre pacientes com amputação transtibial e indivíduos normais. *Acta Ortop Bras* 1999;7(1):1-13.
24. Hall S. *Biomecânica básica*. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000. 320 p.
25. Grandjean E. *Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem*. 4 ed. Porto Alegre: Bookman; 1998. 338 p.
26. Paulo AC, Forjaz CLM. Treinamento físico de endurance e de força máxima: adaptações cardiovasculares e relações com a performance esportiva. *Rev Bras Ciênc Esporte* 2001;22(2):99-114.
27. Morrow JR et al. *Medida e avaliação do desempenho humano*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed; 2003. 303 p.
28. Dolny DG et al. Validity of lower extremity strength and power utilizing a new closed chain dynamometer. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2001:171-5.
29. Siegel S. *Estatística não paramétrica: para as ciências do comportamento*. São Paulo: McGraw-Hill; 1975. 350 p.
30. Kapandji AI. *Fisiologia articular: membro inferior*. Rio de Janeiro: Panamericana; 2000. 280 p.
31. Terreri AS et al. Isokinetic assessment of the flexor-extensor balance of the knee in athletes with total rupture of the anterior cruciate ligament. *Revista do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de São Paulo* 1999;54(2):35-8.
32. Terreri ASAP, Greve JMD, Amatuzzi MM. Avaliação isocinética no joelho do atleta. *Rev Bras Med Esporte* 2001;7(2):62-6.
33. Gibson ASC et al. Quadriceps and hamstrings peak torque ratio changes in persons with chronic anterior cruciate ligament deficiency. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2000;30(7):418-27.
34. Aquino MA et al. Isokinetic assessment of flexor/extensor muscular strength in elderly women. *Revista do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de São Paulo* 2002;57(4):131-4. ■