

RELAÇÃO ENTRE O PERÍMETRO DA COXA E OS TORQUES MÁXIMOS FLEXORES E EXTENSORES DO JOELHO NA AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA DE ALUNOS DA EsEFEx

Alvaro Andreson de Amorim^{1,2,3}, Thaís Telma Silva de Souza²,
Almir Pinheiro do Nascimento², Paulo Rodrigues Frade²,
Felipe Augusto Belfort Almeida dos Santos², Marcelo Barbosa Monteiro²,
Leonardo Santos Gomes Ferreira², Flávio da Silva Pereira¹, Rodrigo Carvalho de Carvalho²,
Paulo Roberto Campos Figueiredo^{2,4}

1. Escola de Educação Física do Exército

2. Universidade Federal do Rio de Janeiro: Grupo de Iniciação Científica em Educação Física (GICEF)

3. Universidade Castelo Branco: Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ciência da Motricidade Humana

4. Clube de Regatas Flamengo

Resumo

Atualmente, valores estéticos vêm conquistando um espaço cada vez maior na cultura da sociedade brasileira. Isto implica diretamente em uma preocupação maior em cuidar de sua saúde, sendo, portanto, a manutenção do corpo um dos grandes vetores para tais fins, especialmente se tratando da musculatura. Seriam os músculos “maiores” necessariamente os mais “fortes”? Baseado neste questionamento, este trabalho teve por objetivo verificar se há correlação significativa entre o torque máximo gerado pelos músculos que estendem e flexionam os joelhos, e os perímetros de coxa. A obtenção dos dados se deu por uma avaliação de torque máximo no joelho utilizando o dinamômetro

isocinético, marca CIBEX NORM 1996, do Clube de Regatas Flamengo, e uma posterior mensuração do perímetro já corrigido sem as medidas de dobras cutâneas e da coxa. A amostra foi de 29 dos 52 sargentos alunos do curso de Monitor da EsEFEx 2004. Os resultados apresentaram uma correlação significativa com validade aceitável, ($p < 0,0001$ e $r = 0,751$), entre o perímetro de coxa corrigido (média = $54,7\text{cm} \pm 4$) e o torque máximo da extensão no joelho (média = $237,41\text{Nm} \pm 54$). Como conclusão, verificou-se, para esta amostra, que os músculos de maior perímetro realmente geram mais força, ainda que o coeficiente de correlação não seja tão alto.

Palavras-chave: avaliação isocinética, perímetro crural, torque máximo, dinamômetro isocinético, joelho, EsEFEx

Abstract

Nowadays, aesthetic values are conquering bigger space in Brazilian society's culture. It directly implies in bigger concern on personal healthy. Body

fitness is the most visible part of it. Some questions arise from it. Would “bigger” muscles be necessarily “the strongest”? This work tries to answer this question by verifying if there is correlation between maximum torque from the muscles that extend and

bend the knees and the perimeters of thigh. Knee's maximum torque was measured by means of a isokinetic dynamometer, CIBEX NORM 1996, from Clube de Regatas Flamengo. Perimeter of thigh was corrected by subtracting skin folds. 29 volunteers, sergeants enrolled on the course of Monitor of EsEFEx 2004, were studied. The results showed significant correlation with acceptable validity,

($p < 0,0001$ and $r = 0,751$), between corrected perimeter of thigh ($54,7 \pm 4\text{cm}$), and maximum torque of knee extension ($237,41 \pm 54\text{Nm}$). We concluded that knee muscles of bigger perimeter really generate more force although correlation coefficient was not high.

Word-key: isokinetic evaluation, thigh perimeter, maximum torque, isokinetic dynamometer, knee, EsEFEx

INTRODUÇÃO

Atualmente, a sociedade brasileira vem atribuindo um valor questionavelmente elevado à beleza de seus corpos. Aqui, no Brasil, a beleza, tanto masculina quanto feminina, dentre outros atributos, tem se tornado sinônimo de corpos com percentuais de gordura (%G) cada vez menores e musculaturas de tronco e de membros superiores e inferiores cada vez mais desenvolvidas. Este estudo está focalizado nos membros inferiores, especialmente nas musculaturas que geram os movimentos de extensão e flexão da articulação do joelho, sendo a coxa a região mais estudada, já que a grande maioria destes músculos lá estão localizados.

Além deste enfoque estético, é comum a associação do perímetro de coxa (ou crural) com a eficiência que esses músculos podem apresentar, ou seja, de que coxas com maiores perímetros ou mais "grossas", podem gerar uma eficiência maior nos movimentos de extensão ou flexão na articulação do joelho. Wilmore & Costil (2001) melhor esclarecem esta relação:

"(...) os ganhos de tamanho muscular geralmente ocorrem paralelamente aos ganhos de força e as perdas de tamanho muscular estão altamente correlacionadas a perdas de força. Assim, somos tentados a concluir que existe uma relação de causa e efeito entre o tamanho muscular e a força muscular. No entanto, a força muscular envolve muito mais do que simplesmente o tamanho muscular." (p. 86)

Sabe-se, no entanto, que, além do perímetro de coxa, fatores como um indivíduo em uma situação de força sobre-humana, o controle neural do ganho

de força, entre outros, podem afetar o desempenho dessa valência física. Porém, neste estudo, estes fatores não foram considerados, tendo sido focados, exclusivamente, no comportamento das variáveis: perímetro e torques gerados na extensão e flexão dos joelhos.

Neste trabalho foi considerado torque sendo o efeito giratório criado por uma força. É uma grandeza vetorial calculada pelo resultado da multiplicação da força em Newtons (N) pelo comprimento do braço de alavanca em metros (m) (McGinnis, 2002). Segundo Ramalho (2003), grandezas vetoriais são grandezas que necessitam, além da magnitude e unidade, de direção e sentido para serem definidas. O torque, segundo o Sistema Internacional de Unidades (SI) seria a forma de expressão dos movimentos angulares, neste caso, de flexão e extensão.

A avaliação da força muscular realizada normalmente por fisiologistas, fisioterapeutas, profissionais de educação física etc, é uma mensuração do torque máximo gerado por um grupo muscular inteiro em uma articulação. Assim sendo, a força muscular é medida como uma função da capacidade coletiva de gerar força para determinado grupo funcional (Hall, 2000). Neste trabalho, buscou-se focalizar a avaliação de força muscular somente dos músculos responsáveis pelos movimentos de flexão e extensão no joelho.

O joelho é a articulação intermédia do membro inferior. É, principalmente, uma articulação com só um grau de liberdade, a flexão e a extensão, mesmo sabendo que existe uma combinação respectiva de rotação medial e rotação lateral. (Kapandji, 2000).

A flexão no joelho é o movimento que aproxima a face posterior da perna à face posterior da coxa.

Os flexores do joelho formam parte do comprimento posterior da coxa; se trata dos músculos ísquio-tibiais: bíceps crural, semitendinoso, semimembranoso, os músculos da pata de ganso, reto interno, sartório e o semitendinoso. O poplíteo e os gêmeos não são realmente flexores do joelho, mas sim extensores do tornozelo (Kapandji, 2000).

A extensão no joelho é o movimento que afasta a face posterior da perna da face posterior da coxa. O quadríceps crural é o músculo extensor do joelho, 3 vezes mais potente do que os flexores. O quadríceps é constituído, como o seu nome indica, por 4 corpos musculares que se inserem por um aparelho extensor, na tuberosidade tibial anterior. São 3 músculos monoarticulares, o crural (reto femoral), o vasto externo e o vasto interno (intermédio); e um músculo biarticular o reto anterior (Kapandji, 2000).

Uma vez obtido dados fidedignos sobre como se comportariam os chamados torques flexores e os torques extensores na articulação do joelho, pôde-se verificar se haveria ou não correlação entre o perímetro da coxa destes mesmos sujeitos. Para obtenção de tais dados, verificou-se que a melhor maneira seria, além da perimetria, realizar uma avaliação isocinética.

A avaliação isocinética permite o estudo da função dos músculos através da avaliação quantitativa do arco de movimento, da força e de variáveis do desempenho muscular (Nelson, 2001). Esta avaliação consiste na aplicação de uma resistência variável denominada comodativa, a uma contração muscular voluntária máxima durante velocidade angular constante (Kannus, 1992). A velocidade do movimento é fixa, controlada e pré-selecionada. Esta avaliação mensura a força muscular desenvolvida pelos grupos musculares através do pico de torque, da capacidade do músculo em desenvolver força ao longo do arco de movimento (potência); e a resistência muscular através do índice de fadiga (capacidade em manter determinada atividade). Esta avaliação ainda pode ser aplicada no eixo das articulações de joelho, quadril, punho, cotovelo, ombro e coluna. (Dvir, 2002). Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar se há correlação significativa entre o torque máximo na extensão e flexão na articulação dos joelhos, em alunos da Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx) e os seus perímetros de coxa.

METODOLOGIA

Este estudo se caracterizou como sendo de modelo descritivo e correlacional, pois descreveu características antropométricas de massa corporal, estatura, perímetro e dobra cutânea crural (coxa) da amostra em questão, que foram correlacionadas com a avaliação isocinética da flexão e da extensão dos joelhos, utilizando um dinamômetro isocinético, aparelho considerado “*Gold Standard*” na mensuração de força máxima (Nelson, 2001).

Através de testes estatísticos de Correlação de Pearson, da análise dos Parâmetros de Normalidade e Diagramas de Dispersão, buscou-se verificar se havia correlação entre o resultado dos torques máximos gerados pelos músculos que atuam na extensão e na flexão do joelho e os perímetros de coxa, subtraídos das suas respectivas medidas de dobras cutâneas. Procurou-se investigar, também, se haveria um aumento da força muscular correlacionado a um aumento no perímetro de coxa, subtraído das dobras cutâneas.

Participaram do estudo 29 militares do sexo masculino, da Marinha, Exército, Aeronáutica e Corpo de Bombeiros, todos alunos da Escola de Educação Física do Exército, selecionados aleatoriamente de um universo de 53 pessoas. No momento do estudo, todos eram sargentos do Curso de Monitor de Educação Física 2004 e apresentavam médias de: idade de 27,5 + 3 anos, massa corporal total de 70,33 + 9,2 Kg e estatura de 1,73 + 0,07 m. Todos voluntários, aptos às suas atividades diárias e atletas militares de diversas modalidades desportivas (para ser aluno de tal estabelecimento de ensino militar é necessário ser atleta).

Foram usados, para obtenção dos dados, os seguintes instrumentos: para a medida da massa corporal foi utilizada uma balança digital de marca Filizola, de fabricação Brasileira, com capacidade para 150 kg e precisão de 100g; para as medidas de dobras cutâneas foi utilizado um adipômetro da marca Lange, de fabricação Finlandesa, com escala de 1 mm, com precisão de 0,5 mm e pressão constante em todas as aberturas de 10 g/mm²; para as medidas dos perímetros foi utilizada uma fita métrica metálica da marca Sanny, de fabricação brasileira, com largura

de 0,5 cm e com precisão de 0,1 cm (Foto 1); e para a avaliação isocinética da força foi utilizado o dinamômetro isocinético da marca CIBEX, modelo NORM 1995/1996, acoplado a um microcomputador.



FOTO 1

A seqüência da coleta de dados foi a seguinte: 1º Passo - conduziu-se o sujeito até a balança onde, após a retirada do calçado e de ter sido colocado de costas para o mostrador da mesma, teve sua massa corporal registrada. Ainda na balança, utilizando-se a toesa, foi medida sua estatura. Os testes na balança foram realizados pelos alunos do grupo aplicador. 2º Passo – Aquecimento: o sujeito, após sair da balança, foi conduzido a uma bicicleta ergométrica para um aquecimento com duração de cinco minutos com velocidade e carga constantes. 3º Passo – Avaliação Isocinética da Força: O sujeito foi colocado na cadeira, fixado ao assento e ao encosto com um cinto de 4 (quatro) pontas e 1 (uma) cinta de velcro. Em seguida, foram registrados no computador todos os dados relativos a identificação e a seu ajuste pessoal ao aparelho. Após alinhar o eixo do dinamômetro com o joelho do sujeito, registrar as amplitudes de movimento e anuladas a força da gravidade no segmento que foi avaliado, procedeu-se, então, realização efetiva do teste. Foram realizadas cinco (5) flexões e extensões máximas com velocidade angular de 60º/seg, pois esta é a mais indicada para

avaliar força máxima (Tidswell, 2001) após três repetições experimentais para a familiarização do sujeito com o equipamento (Foto 2). Ao final do teste, foi impresso um relatório contendo dados numéricos e gráficos com todos os torques, o torque máximo, o trabalho, as diferenças entres direito e esquerdo e entre anterior e posterior.

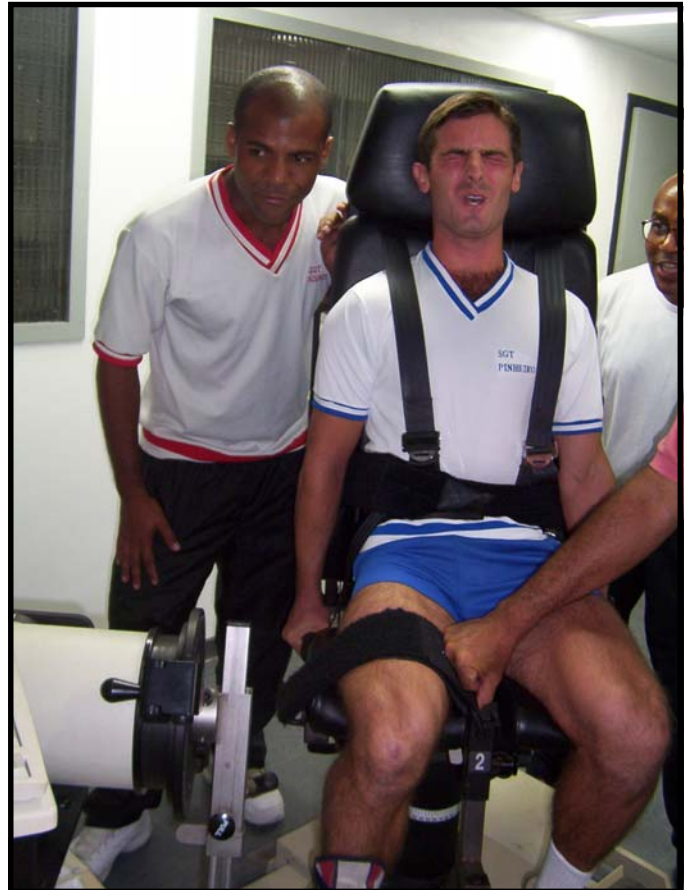


FOTO 2

Três dias depois, todos os sujeitos tiveram seus perímetros de coxa mensurados utilizando-se um procedimento onde o perímetro da coxa foi medida de 5 em 5cm, ao longo do eixo longitudinal deste segmento, tendo-se feito a primeira medida imediatamente acima do bordo superior da patela direita. Todos os sujeitos foram mensurados em decúbito dorsal, com quadril e joelhos estendidos (Foto 3). Após essa primeira medida, 5cm acima, foi feita uma nova medida em seguida mais outra, e, assim sucessivamente, até no máximo seis medidas, dependendo do tamanho longitudinal de cada coxa.

O maior perímetro encontrado foi o considerado para a análise estatística. Neste mesmo dia, também, foram realizadas as medidas de dobras cutâneas de coxa.

Convencionou-se que todos os dados para esse trabalho foram extraídos do membro inferior direito.



FOTO 3

RESULTADOS

Com base nas correlações foram verificadas a normalidade das variáveis torque máximo na flexão no joelho direito (Nm), torque máximo na extensão no joelho direito (Nm), perímetro da coxa direita (cm), dobra cutânea da coxa direita (mm), perímetro corrigido da coxa direita (cm). Todas apresentaram distribuição normal. A Tabela 1 mostra a estatística descritiva dos 29 sujeitos deste estudo, com seus valores mínimos, máximos, média e desvio padrão.

– Tabela 1 –

Estatística descritiva dos sujeitos do estudo(N=29)

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Massa corporal (Kg)	52,10	94,50	70,33	9,21
Estatura (m)	1,64	1,92	1,74	,068
Torque Max Flexão Dir (Nm)	87,00	204,00	128,62	27,77
Torque Max Ext. Dir (Nm)	179,00	436,00	237,41	53,86
Perímetro Coxa Direita (cm)	46,50	65,00	55,59	4,07
Dobra Cutânea Direita (mm)	5,10	19,50	9,40	3,21
Perímetro – DC (cm)	45,91	63,55	54,65	3,94

A Tabela 2, demonstra as Correlações de Pearson e significância entre Torque Extensão e Perímetro Corrigido.

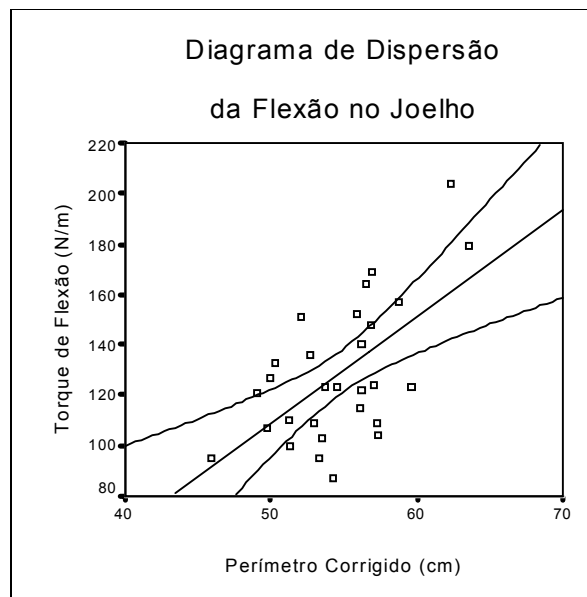
– Tabela 2 –

Correlações de Pearson e índices de significância entre as variáveis do estudo

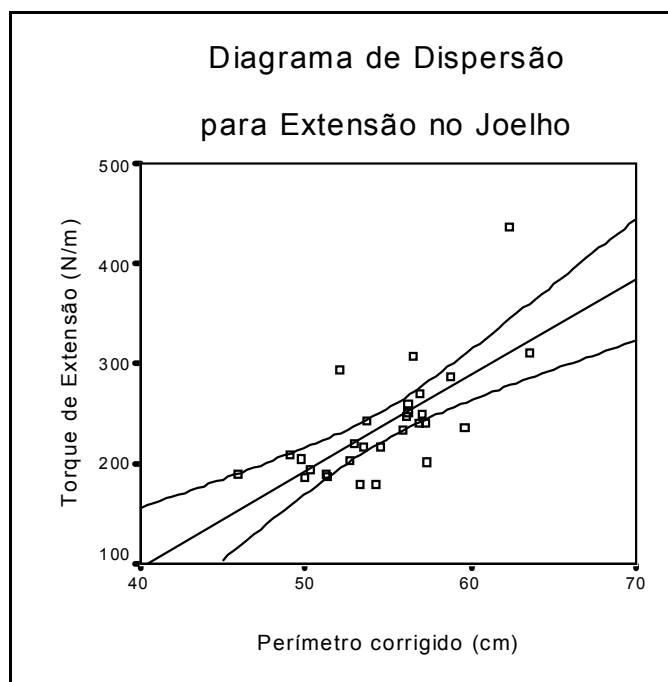
		Torque extensão	Torque flexão	Perímetro	Dobra Cutânea	Períme. Corrigid
Torque extensão	Correlação de Pearson	1	,853	,684	,068	,751
	Significância	.	,001	,001	,726	,001
Torque flexão	Correlação de Pearson	,853	1	,583	-,005	,603
	Significância	,001	.	,001	,981	,001
Perímetro	Correlação de Pearson	,684	,583	1	,442	,997
	Significância	,001	,001	.	,016	,001
Dobra Cutânea	Correlação de Pearson	,068	-,005	,442	1	,375
	Significância	,726	,981	,016	.	,045
Perímetro Corrig.	Correlação de Pearson	,751	,603	,997	,375	1
	Significância	,000	,001	,000	,045	.

– FIGURA 1–

DIAGRAMA DISPERSÃO DO TORQUE MÁXIMO NA FLEXÃO



**– FIGURA 2 –
 DIAGRAMA DISPERSÃO DO TORQUE
 MÁXIMO NA FLEXÃO**



As duas figuras supracitadas demonstram a diferença que houve com relação a dispersão dos torques máximos gerados pelos sujeitos durante a flexão e a extensão respectivamente. A linha diagonal central de ambas as figuras representa a média, e as colaterais, o seu desvio padrão. Cada ponto significa um dos sujeitos e sua distribuição com relação a média. Quanto mais disperso, mais distante do valor mediano. Notou-se que os sujeitos, na Figura 2, se mantiveram bem menos dispersos, o que fez aumentar a sua correlação em relação aos sujeitos representados na Figura 1. Foi observado que os alunos que apresentaram os maiores perímetros também conseguiram atingir torques máximos maiores, fato também observado na flexão, porém com maior dispersão e que pôde ser confirmado pela Correlação de Pearson, onde flexão e extensão apresentaram coeficientes de correlação de 0,653 e 0,751, respectivamente.

DISCUSSÃO

Observou-se que, entre todas as correlações demonstradas na Tabela 2, a que apresentou o coeficiente mais alto foi a obtida entre o perímetro corrigido de coxa e a média dos torques máximos da extensão do joelho que, mesmo com um coeficiente de correlação de 0,751, apresenta uma validade aceitável e uma confiança fraca, porém significativa.

CONCLUSÕES

O estudo pôde concluir que existe uma correlação significativa para um nível de confiança ($p < 0,01$) entre o perímetro e o torque máximo gerado pelas musculaturas extensoras e flexoras do joelho, para esta amostra. O N deste trabalho constituiu cerca de 56% dos alunos do Curso de Monitor de Educação Física em 2004, logo, além de homogênea, essa população representa um grupo de sargentos que praticam atividades físicas freqüentemente. À luz do que foi estudado, é possível afirmar que sargentos com uma musculatura mais desenvolvida, principalmente na região dos quadríceps, tendem a desenvolver uma maior força na extensão do joelho, ou seja, são mais fortes para movimentos que exijam esta musculatura, que é uma musculatura motora primária para as principais atividades militares e atléticas, como correr, caminhar, saltar, etc.. No entanto, este trabalho não levou em consideração aspectos neurológicos, nem especificamente fisiológicos em relação às qualidades de contração, nem os diferentes tipos de fibras musculares. Portanto, acredita-se que essas afirmações sejam cabíveis especialmente quando se tratar de atletas militares. Podemos, também, afirmar que existe ganho de força da musculatura extensora, quando verificamos e registramos o aumento de perímetro da coxa, subtraído da dobra cutânea crural.

Recomenda-se que novos estudos sejam realizados, se possível, controlando variáveis que não foram controladas neste estudo, como por exemplo a predominância dos tipos de fibra, o esporte específico que cada um pratica, e características morfológicas genéticas. Isto para que seja possível analisar com mais detalhes, as suas interferências nos resultados.

Indicamos aos profissionais de Educação Física, principalmente aos que atuam na área militar, observarem que é possível obtenção de dados relevantes com relação a qualidades físicas, aptidão desportiva específica e, até mesmo, os efeitos do treinamento, em termos de perdas e/ou ganhos de

força, somente utilizando um compasso de dobras cutâneas e uma fita métrica.

Endereço para correspondência:

alvaroandreson@yahoo.com.br

R. César , 343

Realengo – Rio de Janeiro

CEP 21750 - 400

REFERÊNCIAS

DVIR, Z. *Isocinética: Avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas*. Barueri: Manole, 2002.

HALL, S. J. *Biomecânica Básica*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

KANNUS, P. *Normality, Variability and Predicability of Work, Power and Torque Acceleration Energy with Respect to Peak Torque in Isokinetic Muscle Testing*. Int. J. Sports Med. 13, 1992.

KAPANDIJI, A. I. *Fisiologia Articular - Membro Superior*. 5.ed. São Paulo: Panamericana, 2000.

McARDLE, W. D; KATCH, F. I; KATCH, V. L. *Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 5. ed. p. 507. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

McGINNIS, P. M. *Biomecânica do Esporte e Exercício*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

NELSON, A.G. GUILLORY, I. K. CORNWELL, A. KOKKONEN, J. *Inhibition of maximal Voluntary Isokinetic Torque Production Following Stretching is Velocity-specific*. Journal of Strength and Conditioning Research. 15(2), 241-246, 2001.

RAMALHO, F; FERRARO, N. G; SOARES, P. A. T. *Os Fundamentos da Física: Mecânica vol. 1.8*. ed. p.101. São Paulo: Moderna, 2003.

THOMAS, J. R. & NELSON, J. K. *Métodos de Pesquisa em Atividade Física*. 3.ed. porto Alegre: Artmed, 2002.

TIDSWELL, M. *Dinamometria Isocinética. Ortopedia para Fisioterapia*: 263-272. São Paulo: Editorial Premier, 2001.

WILMORE, J. & COSTIL, D. *Fisiologia do Esporte e do Exercício*. 2.ed. Barueri: Manole, 2001.
