

---

## Artigo original

---

# Análise da atividade eletromiográfica dos músculos extensores da perna de jogadoras de voleibol feminino

## *Analysis of electromyographic activity of leg extensor muscles of female volleyball players*

Sergio Henrique Borin\*, Rinaldo Roberto de Jesus Guirro\*\*, Marcos Vanucci\*\*\*, Rubens Falleiros\*\*\*, Valéria Palauro\*\*\*

*\*Mestrando em Fisioterapia na Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Piracicaba, SP, \*\*Professor da Pós-Graduação em Fisioterapia da UNIMEP, \*\*\*Fisioterapeuta, UNIMEP*

### Resumo

Na prática clínica, observa-se o crescimento de lesões esportivas, decorrentes de desequilíbrios musculares. O objetivo deste trabalho foi analisar a atividade eletromiográfica (EMG) dos músculos do quadríceps femoral, numa contração isométrica voluntária máxima de extensão da perna em dois ângulos distintos. Foram analisadas 12 jogadoras de voleibol e 12 sedentárias. Para análise da EMG utilizou-se a envoltória (EN) do sinal, analisados através do teste de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ). Os resultados da EN intragrupos evidenciaram que o recrutamento de todos os músculos foi maior a 90° em relação à 30°, independente da dominância e grupo. Já intergrupos, os resultados demonstraram ocorrer diferenças no recrutamento das atletas quando comparados com as sedentárias, sendo os músculos VMO, VLO, RF e VLL tanto 30° como 90°, independente da dominância. Os resultados Intragrupos demonstram que o músculo VMO foi mais ativo, seguido do VLO, RF e VLL, para sedentárias e VMO, VLL e RF e VLO no grupo atletas.

**Palavras-chave:** eletromiografia, treinamento, desequilíbrios musculares, fisioterapia.

### Abstract

In the practical clinic, it was observed an increase of sports lesions, caused by muscle disequilibrium. The objective of this work was to analyze the electromyographic activity (EMG) of the muscles of quadriceps femoral, in a maximal voluntary isometric contraction of leg extension in two distinct angles. 12 volleyball players and 12 sedentary female players had been analyzed. For analysis of EMG it was used an envoltori (EN) signal, which was analyzed through Wilcoxon test ( $p > 0.05$ ). The results of the intragroups EN demonstrated that the recruitment of all muscles was bigger than 90° in relation to 30°, independent of dominance and group. In relation to intergroups, the results showed that differences in the recruitment of the athletes occur when compared with the sedentary ones, the muscles VMO, VLO, RF and VLL at 30° as well as 90° were independent of dominance. The Intragroups results demonstrate that muscle VMO was more active, followed by VLO, RF and VLL, for sedentary and VMO, VLL and RF and VLO in the athlete group.

**Key-words:** electromyographic muscle, training, muscle disequilibrium, physical therapy.

### Introdução

Na prática clínica, têm-se observado cada vez mais freqüente o aparecimento de lesões principalmente relacionadas à atividade esportiva em atletas de alto nível. Alguns autores reportam em seus estudos que a incidência de lesão na arti-

culação do joelho gira em torno de 30% a 40% em jogadoras de voleibol [1,2]. Este quando praticado em nível competitivo envolve maiores cargas de treinamento técnico-tático e altas demandas de condicionamento físico, que somados contribuem com o desenvolvimento de lesões do sistema músculo esquelético dos membros inferiores.

Recebido em 12 de agosto de 2006; aceito em 15 de outubro de 2006.

**Endereço para correspondência:** Sergio Henrique Borin, Av. Ipiranga, 1034/11, 13400-485 Piracicaba SP, Tel: (19) 3402-4740, E-mail: sehborin@unimep.br

---

Das anormalidades que envolvem a articulação do joelho, o desequilíbrio muscular no aparelho extensor da articulação fêmoro-patelar tem sido identificado como sendo um dos mais comuns.

A prática esportiva leva a especializações musculares que podem gerar alterações nas forças que atuam nas articulações podendo causar alterações estáticas (como problemas posturais) e dinâmicas (alterações na estabilidade articular ou coordenação motora) [3].

O voleibol, por ser um esporte que utiliza muito o salto vertical, tem como conseqüência uma sobrecarga na articulação do joelho, podendo ocorrer desequilíbrios na musculatura extensora, principalmente pela solicitação exacerbada dos músculos que compõem o quadríceps femoral [4]. A sobrecarga não se restringe a articulação do joelho, sendo observada em todas as articulações dos membros inferiores pelo fato de os músculos exercerem movimentos concêntricos e excêntricos.

Trabalhos físicos envolvendo exercícios de sobrecarga ou *overtraining* podem desenvolver desequilíbrios musculares alterando a biomecânica normal da articulação do joelho [5]. Por isso, indivíduos fisicamente ativos, mas que são submetidos a sobrecargas constantes, poderão desenvolver algum desequilíbrio biomecânico [6].

Várias técnicas que visam à recuperação funcional da articulação do joelho bem como trabalhos de prevenção de lesões vem sendo desenvolvidas. Consistem basicamente em exercícios de cadeia cinética aberta (CCA) e cadeia cinética fechada (CCF), que segundo Bynnum *et al.* [7] a CCF tem sido reconhecidamente como mais segura e funcional do que os de CCA. O treinamento de hipertrofia muscular no voleibol também concentra o seu trabalho em cadeias cinéticas, mas sempre procurando direcioná-lo para a especificidade do movimento que o atleta realiza no seu gesto esportivo [8].

Segundo Willians [9], os exercícios com carga (principalmente o excêntrico) são considerados um dos tipos mais lesivos ao músculo devido ao aumento de tensão excessiva na linha Z dos sarcômeros. Nesse contexto, muitos estudos relatam que o trabalho de reforço muscular deve respeitar a especificidade do movimento do gesto esportivo em conjunto com treinamento muscular, de forma que haja um mecanismo de proteção e prevenção para lesões decorrentes da sobrecarga articular impostas pelo esporte [10].

Nesse sentido, o trabalho de condicionamento muscular localizado em atletas deve ser muito bem elaborado, para que não ocorra sobrecarga nas articulações, ou mesmo desenvolva desequilíbrios musculares [11].

Com isso, a eletromiografia (EMG) tem sido utilizada como instrumento cinesiográfico para estudo da função muscular, sendo empregada no estudo da atividade muscular e no estabelecimento do papel de diversos músculos em atividades específicas.

Por esse contexto, o músculo quadríceps femoral tem sido amplamente pesquisado através da EMG, principalmente no que diz respeito à articulação fêmoro-patelar. No entanto, a participação do músculo VMO, como base de tratamento conservador da síndrome fêmoro-patelar, precisa ser mais bem estudada, assim como o seu desequilíbrio por fatores não traumáticos, a participação e a contribuição do músculo reto femoral no equilíbrio, e, ainda, a estabilidade na articulação do joelho [12]. Vários estudos limitam-se a pesquisar patologias na articulação fêmoro-patelar, sendo poucos os trabalhos que correlacionam a articulação do joelho com a atividade mioelétrica na população desportiva, para identificar se o esporte praticado em alto nível leva a modificações na musculatura exigida [13].

Frente ao exposto, o objetivo deste estudo é analisar a atividade eletromiográfica dos músculos extensores da perna de atletas praticantes de voleibol do sexo feminino, em cadeia cinética aberta (CCA), nos ângulos de 90° e 30° de flexão de joelho, nos membros dominante e não dominante, comparando com um grupo controle de mulheres jovens sedentárias, observando o comportamento do reto femoral perante os demais músculos componentes do quadríceps femoral.

## **Materiais e métodos**

### **Amostra**

Foram estudadas 24 voluntárias adultas, sendo 12 atletas da equipe de voleibol feminino, categoria adulta, da cidade de Piracicaba, na faixa etária entre 18 e 20 anos ( $18,58 \pm 0,79$ ). Esse grupo foi denominado grupo atletas. E outras 12 mulheres para ser um grupo controle eram sedentárias, na faixa de 18 a 22 anos ( $20,6 \pm 1,30$ ), chamado grupo sedentárias. Todas as 24 voluntárias não apresentavam patologias que envolvessem a articulação coxo-femoral e do joelho.

Como critério de inclusão para o grupo atletas, as voluntárias não poderiam apresentar:

- história de disfunção músculo-esquelética e fraturas, na articulação fêmoro-patelar, quadril e tornozelo, por um período mínimo de seis meses;
- não ter realizado qualquer tipo de cirurgia, por um período mínimo de seis meses;
- não apresentar distúrbios endócrino-metabólicos, alterações posturais importantes e retrações musculares severas.

Em relação ao grupo sedentárias, além dos critérios de inclusão impostos ao grupo atletas, foi acrescido o fato de que não poderiam ter realizado qualquer tipo de atividade física regular num período mínimo de seis meses.

Todos os voluntários envolvidos na pesquisa assinaram um termo de consentimento formal de participação na pesquisa, de acordo com o Conselho Nacional de Saúde (resolução 196/96). O projeto foi analisado e aprovado pelo comitê de ética da Unimep.

## Eletromiografia

A atividade Eletromiográfica (EMG) foi obtida usando um módulo condicionador de sinais, modelo MCS 1000 – V2 (LYNX®) com 16 canais de entrada, conectados a um conversor analógico / digital, interfaceado com um micro-computador *Phentium* 133 MHz padrão. Para o sinal eletromiográfico, os canais foram calibrados com um ganho de 100 vezes, frequência de corte de 10 Hz no filtro passa alta e 500 Hz no filtro passa baixa, com frequência de amostragem de 1000Hz. Para aquisição e armazenamento dos sinais foi utilizado o *software* AqDados 4.6 (LYNX®), que permite tratamento dos dados após aquisição além de compatibilidade para formatos universais.

A atividade elétrica dos músculos vasto medial oblíquo (VMO), vasto lateral oblíquo (VLO), reto femoral (RF) e vasto lateral longo (VLL) foram obtidos extensores por meio de eletrodos bipolar de superfície (LYNX®) com ganho de 20 vezes. Para localização do ponto motor dos músculos extensores da perna, utilizou-se um aparelho de estimulação elétrica transcutânea (TENS marca KLD®) com frequência variando de 5 a 100 Hz, e largura de pulso de 10 a 200 µs, com as intensidades máxima de 60 mA.

Primeiramente as voluntárias permaneceram sentadas com o tronco apoiado no encosto da mesa, com articulação coxo-femoral a 90° e joelho a 30° ou a 90°, dependendo do sorteio.

A coleta dos sinais foi realizada por um período de quatro segundos, previamente determinado no *software* AqDados®, sendo realizado três CIVM para cada ângulo. O início da captação dos sinais ocorria após dois segundos do início da CIVM. Esse tempo de dois segundos foi para garantir que o voluntário estava realizando a CIVM de forma uniforme durante todo o tempo de captação. O início da contração foi determinado por comando verbal do examinador, sendo mantido durante todo o período de captação. Eram seguidos intervalos de um minuto entre cada contração.

## Análise estatística

Foi realizada a análise exploratória dos dados pelo programa *SAS - JMP* (Statistical Analysis System), na qual se aplicou o teste de normalidade de Shapiro-Wilk para todas as variáveis estatísticas consideradas dos diferentes grupos experimentais. Os dados não apresentaram normalidade, por isso foram analisados através do teste das ordens assinaladas de Wilcoxon. Em todos os cálculos foi fixado o nível crítico de 5% ( $p < 0,05$ )

As variáveis analisadas foram envoltória do sinal eletromiográfico dos músculos VMO, VLO, VLL e RF do movimento de extensão da perna, nos ângulos de 30° e 90° de flexão de joelho nos membros dominante e não dominante, dos grupos atletas e sedentárias.

## Resultados

### Resultados intragrupos

Os resultados estatísticos da envoltória (EN) do grupo atletas, no exercício de contração isométrica de extensão de joelho dos membros dominante e não dominante, demonstraram que houve um aumento significativo ( $p < 0,05$ ) dos músculos VLO, VMO, RF e VLL no ângulo de 90° em relação ao ângulo de 30°, no grupo atletas.

**Tabela I** - Médias, desvios-padrões dos dados da Envoltória (EM em µV) dos músculos Vasto Medial Oblíquo (VMO), Vasto Lateral Oblíquo (VLO), Reto Femoral (RF) e Vasto Lateral Longo (VLL) na contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de extensão da perna nos ângulos de 30° e 90° de flexão joelho, nos membros dominante e não dominante, do grupo atletas ( $n = 12$ ).

Atletas	Membro dominante		Membro não dominante	
	30°	90°	30°	90°
VLO	48,1 ± 2,7	84,6* ± 3,6	29,0 ± 1,0	63,9* ± 2,6
VMO	131,6 ± 6,0	228,2* ± 9,1	148,9 ± 6,9	237,7* ± 6,4
RF	67,9 ± 2,8	89,2* ± 3,5	68,7 ± 2,9	90,5* ± 3,1
VLL	87,3 ± 3,0	134,6* ± 5,0	98,5 ± 4,2	148,5* ± 4,1

\* $p < 0,05$  em relação a 30° do respectivo membro

### Envoltória (EN) do grupo sedentárias

Com relação a envoltória (EN) do grupo Sedentárias no exercício de contração isométrica de extensão de joelho dos membros dominante e não dominante, mostraram que houve um aumento significativo ( $p < 0,05$ ) da atividade eletromiográfica dos músculos VLO, VMO, RF e VLL no ângulo de 90° e em relação ao ângulo de 30°, no grupo sedentárias (Tabela IV).

**Tabela II** - Média, desvio-padrão dos dados da Envoltória (EM em µV) dos músculos Vasto Medial Oblíquo (VMO), Vasto Lateral Oblíquo (VLO), Reto Femoral (RF) e Vasto Lateral Longo (VLL) na contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de extensão da perna nos ângulos de 30° e 90° de flexão joelho, nos membros dominante e não dominante, do grupo sedentárias ( $n = 12$ ).

Sedentárias				
EN (µV)	Membro dominante		Membro não dominante	
	30°	90°	30°	90°
VLO	62,9 ± 2,5	104,4* ± 5,9	52,0 ± 2,6	88,7* ± 5,3
VMO	71,9 ± 3,4	113,9* ± 7,6	83,9 ± 4,0	141,7* ± 8,0
RF	45,4 ± 1,4	56,3* ± 5,5	40,2 ± 1,6	49,9* ± 3,6
VLL	49,3 ± 1,7	55,3* ± 1,6	40,1 ± 1,2	46,0* ± 2,3

\* $p < 0,05$  em relação a 30° do respectivo membro.

### Resultados intergrupos

Envoltória (EN) entre os grupos atletas e sedentárias  
A amplitude do sinal eletromiográfico analisado pela sua

envoltória (EN intergrupos), demonstrou diferença significativa entre os ângulos de 30° e 90°, do membro dominante e não dominante, quando comparada entre os grupos. Os resultados demonstram um recrutamento crescente no estímulo das unidades motoras, sendo o músculo VMO em maior atividade nos dois grupos e, seguido do VLO, VLL e RF a 30° e VLO, RF e VLL a 90° do membro dominante e a 30° e 90° do membro não dominante para o grupo sedentárias. Já no grupo das atletas, pode-se observar que ocorre uma inversão de recrutamento entre dois músculos em relação ao grupo sedentárias, no qual o VLL apresenta um valor da amplitude do sinal eletromiográfico maior que o músculo VLO, tanto no membro dominante como no não dominante (Tabelas III e VI), a seqüência observada foi o músculo VMO, seguido do VLL, RF, e por último o VLO.

**Tabela III - Médias e desvios-padrões da Envoltória (EN em  $\mu V$ ) dos músculos vasto medial oblíquo (VMO), vasto lateral oblíquo (VLO), reto femoral (RF) e vasto lateral longo (VLL) na contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de extensão da perna nos ângulos de 30° e 90° de flexão joelho, nos membros dominante, do grupo atletas e sedentárias (n = 12).**

Dominante				
EN( $\mu V$ )	30°atletas	30° sedentárias	90° atletas	90° sedentárias
VLO	48,1 $\pm$ 2,7	62,9* $\pm$ 2,5	84,6 $\pm$ 3,6	104,4* $\pm$ 5,9
VMO	131,6 $\pm$ 6,0	71,9* $\pm$ 3,4	228,2 $\pm$ 9,1	113,9* $\pm$ 7,6
RF	67,9 $\pm$ 2,8	45,4* $\pm$ 1,4	89,2 $\pm$ 3,5	56,3* $\pm$ 5,5
VLL	87,3 $\pm$ 3,0	49,3* $\pm$ 1,7	134,6 $\pm$ 5,0	55,3* $\pm$ 1,6

\*p < 0,05 em relação as atletas no respectivo ângulo.

**Tabela IV - Médias e desvios-padrões da Envoltória (EN em  $\mu V$ ) dos músculos vasto medial oblíquo (VMO), vasto lateral oblíquo (VLO), reto femoral (RF) e vasto lateral longo (VLL) na contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de extensão da perna nos ângulos de 30° e 90° de flexão joelho, nos membros não dominante, do grupo Atletas e Sedentárias (n = 12).**

Não dominante				
EN ( $\mu V$ )	30° atletas	30° sedentárias	90° atletas	90° sedentárias
VLO	29,0 $\pm$ 1,0	52,0*# $\pm$ 2,6	63,9 $\pm$ 2,6	88,7*# $\pm$ 5,3
VMO	148,9 $\pm$ 6,9	83,9* $\pm$ 4,0	237,7 $\pm$ 6,4	141,7* $\pm$ 8,0
RF	68,7 $\pm$ 2,9	40,2* $\pm$ 1,6	90,5 $\pm$ 3,1	49,9* $\pm$ 3,6
VLL	98,5 $\pm$ 4,2	40,1*• $\pm$ 1,2	148,5 $\pm$ 4,1	46,0*• $\pm$ 2,3

\*p < 0,05 em relação às atletas no respectivo ângulo.

## Discussão

A eletromiografia cinesiológica é uma ferramenta importante e eficaz para estudar estímulos e respostas musculares, bem como qualquer alteração frente a atividades específicas, sejam elas ocasionadas pela exigência esportiva ou patológica. Ela é capaz de determinar o início e o fim da atividade muscular em um determinado exercício, bem

como o nível de resposta muscular em relação ao esforço e o melhor posicionamento que ativa um determinado músculo, visando assim estabelecer metas e objetivos a serem alcançados num programa de fortalecimento ou reabilitação, adequando o exercício para cada indivíduo, sendo utilizado também como um importante feedback em algumas terapias [14].

Por isso, este estudo coloca a importância da realização de uma avaliação eletromiográfica cinesiológica em atletas, que vise o maior conhecimento a respeito dos estabilizadores dinâmicos da articulação fêmoro-patelar, bem como do músculo biarticular com ações em duas articulações distintas que é o músculo reto femoral. Deve ser considerado ainda que a eletromiografia permita analisar a atividade isolada de cada músculo, identificando, assim, possíveis desequilíbrios qual destes precisa ser trabalhado. Nesse contexto, o método de eletromiografia cinesiológica é de extrema importância para fisioterapeutas, educadores físicos e médicos para elaboração de programas de prevenção de lesão ou protocolos de treinamento.

Com relação ao músculo reto femoral (RF), apesar de não ser um estabilizador dinâmico da articulação fêmoro-patelar, foi avaliado devido à existência de poucos trabalhos que o correlacionam a exercícios de extensão de perna em grupo de atletas. Assim, a grande questão era como seria o padrão do sinal eletromiográfico de um músculo que realiza a extensão da perna e a flexão do quadril, na CIVM nos ângulos de 30° e 90° num grupo de atletas e sedentárias frente aos outros músculos monoarticulares avaliados.

Com isso, buscou-se alguns trabalhos na literatura relacionados ao RF, como o de Alkner [15] que compararam a atividade elétrica dos músculos VMO, VL, RF, e bíceps femoral (BF) de extensão da perna em CCA e em CCF realizados num ângulo de 90 graus de flexão, e a 20, 40, 60, 80 e 100% da contração voluntária máxima de 09 homens clinicamente normais. Não foram observadas diferenças significativas entre a atividade elétrica dos músculos estudados entre os dois exercícios, o que indica uma atividade recíproca dos músculos envolvidos nos dois modelos testados.

Signorile *et al.* [16] avaliaram os músculos VMO, VL e RF de 23 indivíduos clinicamente normais em contrações isométricas de extensão com o joelho fletido a 5°, 30° e 90° nas posições de rotação medial, neutra e lateral da perna. Os resultados revelaram que o músculo RF no ângulo de 90° de flexão da perna produziu maior atividade eletromiográfica do que os demais músculos embora não tenha havido diferenças significativas entre as rotações. Em relação aos músculos VMO e VL, os resultados obtidos foram semelhantes, com o ângulo de 90 graus de flexão produzindo maior atividade eletromiográfica na posição neutra do que medial.

No presente estudo, os resultados da EN do RF demonstraram que no grupo atletas o estímulo deste foi menor que os músculos VMO e VLL, sendo apenas maior que o VLO, independente do ângulo e da dominância. No grupo seden-

tárias, essa atividade eletromiográfica foi igual no ângulo de 30° tanto para o membro dominante como para o não dominante. A 90 graus o RF foi inferior apenas ao músculo VMO. O mesmo não ocorre com o grupo das sedentárias, o qual apresentou um estímulo eletromiográfico maior do RF em relação aos componentes laterais do quadríceps femoral.

Essa menor estimulação no grupo atletas pode ser explicada devido ao tipo de exercícios que as voluntárias realizaram para a coleta, onde foi exigida a CIVM. Isso vai de acordo com Pincivero *et al.* [17] que reportam em seu estudo no aparelho isocinético, que o RF tem uma velocidade de condução menor e características morfológicas diferentes (tipo I) dos músculos VMO, VLL e VLO. Os autores colocam que a intensidade da contração está diretamente relacionada com a solicitação do músculo. Os seus resultados demonstraram que em exercícios com intensidades leves de movimento isotônico concêntrico de extensão de joelho de 90° a 0° (10% a 30% força máxima) o RF tem uma solicitação maior que os músculos VL e VMO, nesta ordem. Em exercícios submáximos (70 a 80% da força máxima) encontra-se o músculo VL com uma solicitação maior que o VMO e RF respectivamente. Nos exercícios máximos (100% da força máxima) o músculo VMO obteve uma solicitação bem maior que o VL e RF. Isso também sugere que quando a sedentária é exigida numa CIVM, principalmente se a exigência da força do membro é maior, como é o caso do ângulo de 30 graus; há necessidade de uma solicitação do RF em detrimento dos demais músculos laterais do quadríceps femoral.

## Conclusão

Os resultados desta pesquisa, nas condições experimentais utilizadas, permitem concluir que o músculo VMO foi mais ativo que os músculos VLL, VLO e RF em todos os ângulos estudados, tanto em atletas quanto em sedentárias. A atividade eletromiográfica dos músculos VMO, VLL e RF são maiores no grupo atletas que no grupo sedentárias. O músculo VLO tem um comportamento distinto no grupo sedentárias em relação principalmente ao VLL no grupo atletas, independente do ângulo e da dominância, sendo significativo a 90 graus.

Frente à discussão, propõe-se um estudo que avalie o treinamento específico das atletas de voleibol, tanto de condicionamento muscular quanto técnico-tático, visando buscar as possíveis causas encontradas neste estudo, referentes aos diferentes níveis de atividade eletromiográfica dos músculos estabilizadores da patela, bem como alternância com o recrutamento do músculo reto femoral. Isso é de suma importância para os profissionais da área desportiva, seja ele médico, fisioterapeuta, preparador físico, técnico ou supervisor de esporte.

## Referências

1. Ferretti A, Cerullo G, Russo G, Fontana M. Suprascapular neuropathy in volleyball players. *J Bone Joint Surg* 1987;69A: 260-3.
2. Witvrouw E, Cools A, Lysens R. Suprascapular neuropathy in volleyball players. *Br Sports Med* 2000;34:174-180.
3. Siqueira CM, Pelegrini FRMM, Fontana MF, Greve JMD. Iso-kinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes. *Rev Hosp Clín Fac Med Univ São Paulo* 2002; 57(1):19-24.
4. Fleck SJ, Kraemer WL. Designing resistance training programs. *Human Kinetics* 1997;2:137-40.
5. Amadio AC. Considerações metodológicas da biomecânica: Áreas de aplicação para análise do movimento humano. Anais do VII Congresso Brasileiro de Biomecânica - Laboratório de Biomecânica, Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo; 2000. p.11-15.
6. Alencar JF, Ferreira JJA, Santos HH, Villar FAS, Leite JTF, Silva FP, Paiva VS. Correlação entre o percentual de força isométrica e o teste manual de capacidade de contração muscular do quadríceps femoral. Anais do VII Congresso Brasileiro de Biomecânica – Laboratório de Patocinesiologia e Análise do Movimento Humano do Depto. de Fisioterapia da UFPB 2000;p. 375-379.
7. Bynnum BE, Barrack RL, Alexander AH. Open versus closed chain kinetic exercises after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1995; 23:401-6.
8. Maffiuletti NA, Dugnani S, Fols M, Di Pierno E, Mauro F. Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(10):1638-44.
9. Williams PE. Use of intermittent stretch in the prevention of serial sarcomere loss in immobilized muscle. *Ann Rheum Dis* 1990;49:316-17.
10. Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med* 1998;26:217-38.
11. Malatesta D, Cattaneo F, Dugnani S, Maffiuletti NA. Effects of electromyostimulation training and volleyball practice on jumping ability. *J Strength Con Res* August 2003;17(3):573-9.
12. Monteiro-Pedro V, Vitti M, Bèrzin F, Bevilacqua-Grosso D. Electromyographic activity of vastus medialis oblique muscle in step-up and step-down exercises. *Rev Bras Fisiot* 1997;2(1):39-41.
13. Holmes SW, Clancy Junior WG. Clinical classification of patellofemoral pain and dysfunction. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998; 28: 299-306.
14. Portney L. Eletromiografia e testes de velocidade de condução nervosa. In: O'Sullivan SB Schmitz TJ. *Fisioterapia: avaliação e tratamento*. São Paulo: Manole; 1993.p. 183-223.
15. Alkner BA, Tesch PA, Berg HE. Quadriceps EMG/force relationship in knee extension and leg press. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(2):459-463.
16. Signorile JF. The effect of knee and foot position on the electromyographical activity of the superficial quadriceps. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995;22(1):2-9.
17. Pincivero DM, Coelho AJ, Campy RM, Salfetnikov Y, Suter E. Knee extensor torque and quadriceps femoris EMG during perceptually-guided isometric contractions. *J Electromyogr Kinesiol* 2003;13:159-167.