

Biofeedback eletromiográfico e parâmetros da dinamometria isocinética de joelho e tornozelo de jogadores de futebol amador

Electromyographic biofeedback and parameters of isokinetic dynamometry of knee and ankle in amateur soccer players

Carina Elias Baron¹, Leonardo Luiz Barretti Secchi², Júlia Maria D'Andréa Greve², Vasthi Oliveira de Lima¹, Viviane Ribeiro Carvalho¹

RESUMO

Introdução: A eletromiografia tem sido utilizada para avaliar o controle voluntário da atividade muscular. Dentre as técnicas destaca-se o *biofeedback* eletromiográfico como facilitador do aprendizado neuromotor, inclusive na prática esportiva. **Objetivo:** Analisar o efeito do *biofeedback* eletromiográfico nos parâmetros isocinéticos dos flexores e extensores do joelho e inversores e eversores do tornozelo em jogadores de futebol amador. **Casuística:** 14 atletas de futebol amador do gênero masculino randomizados em dois grupos: Grupo Treino (GT) - sete atletas, idade de 23 ± 2 (22 e 28) anos, massa corpórea $75,7 \pm 4,0$ (72 e 80) kg, estatura 182 ± 4 (176 e 188) cm e Grupo Controle (GC) - sete atletas com idade 24 ± 2 (21 e 28) anos, massa corpórea $72,3 \pm 9,4$ (59 e 79) kg, estatura 175 ± 5 (169 e 180) cm. **Método:** Todos os atletas foram avaliados por um protocolo clínico:

anamnese, incidência de lesões e escala visual análoga de dor e foram submetidos à dinamometria isocinética dos inversores e eversores do tornozelo e flexores e extensores do joelho. O GT realizou 12 sessões de *biofeedback* eletromiográfico, uma vez por semana. No final das sessões, todos os atletas foram reavaliados. **Resultados:** Na velocidade de $30^\circ/\text{seg.}$, o pico de torque 0,18 segundos (PT 0,18s) dos eversores do tornozelo foi maior no GT e no joelho, na velocidade de $60^\circ/\text{seg.}$ o PT 0,18s dos flexores de joelho foram maiores no GT. **Conclusão:** O *biofeedback* eletromiográfico melhorou os parâmetros isocinéticos dos jogadores de futebol amador.

Palavras-chaves: Atletas, Eletromiografia, Amplitude de Movimento Articular, Joelho

ABSTRACT

Introduction: Electromyography has been used to evaluate the voluntary control of muscular activity. One of the highlights among the techniques is electromyography biofeedback (EMGBio), which works as a facilitator of neuromotor development, including playing sports. **Objective:** To analyze the effect of EMGBio within the isokinetic parameters of knee flexion and extension and ankle inversion and eversion in amateur soccer players. **Subjects:** Two randomized groups of fourteen male amateur soccer players: Training group (TG) – seven athletes, with an age of 23 ± 2 (22 and 28) years old, body mass $75.7\text{kg} \pm 4.0\text{kg}$ (72 and 80), height $182\text{cm} \pm 4\text{cm}$ (176 and 188) and Control Group (CG) – seven athletes, with an age of 24 ± 2 (21 and 28) years old, body mass $72.3\text{kg} \pm 9.4\text{kg}$ (59 and 79), height $175\text{cm} \pm 5\text{cm}$ (169 and 180). **Methods:** all

athletes were evaluated by a clinical protocol: anamnesis, occurrence of injuries and visual analogue scale of pain and were subjected to knee flexion and extension and ankle inversion and eversion isokinetic dynamometry. The training group had twelve sessions of EMGBio once a week. At the end of the sessions, all athletes were reevaluated. **Results:** At a velocity of 30 deg/s , the ankle eversion peak torque of 0.18 seconds (PT of 0.18s) was higher in the training group and at a velocity of 60 deg/s , the knee flexion PT of 0.18s was higher in the training group. **Conclusion:** Electromyographic biofeedback improved the isokinetic parameters of the amateur soccer players.

Keywords: Athletes, Electromyography, Articular Range of Motion, Knee

¹ Centro de Reabilitação Dr. Bernard Brucker, Centro Universitário Sant'Anna - UniSant'Anna.

² Laboratório de Estudo do Movimento do Instituto de Ortopedia e Traumatologia - Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Centro de Reabilitação Dr. Bernard Brucker / UniSant'Anna
Carina Elias Baron • Rua Voluntários da Pátria, 257 • Santana - São Paulo / SP
E-mail: ce.baron@santanna.br

INTRODUÇÃO

O controle do movimento humano pode ser melhorado pela repetição e pela maior consciência do movimento e estimulação sensorial. Algumas técnicas agem na melhora da condição muscular (treinamento resistido e estimulação elétrica funcional) e outras agem na melhora da execução do movimento (repetição e *biofeedback* eletromiográfico).^{1,2,3}

A técnica de *biofeedback* eletromiográfico (BioEMG) é reconhecida como um recurso terapêutico que possibilita a reeducação de sistemas neuromusculares por meio do controle voluntário, e é utilizado extensamente no estudo da atividade muscular.^{4,5}

Nos últimos anos, numerosos estudos têm utilizado eletromiografia para monitorar as mudanças no controle voluntário das unidades musculares. O aumento da atividade eletromiográfica é atribuído ao recrutamento de novas unidades motoras, maior sincronização entre elas e aumento do tempo de ação de cada uma.⁴

Além de atuar na melhora das disfunções motoras e recuperar a habilidade de atingir respostas fisiológicas com mais eficácia, o BioEMG ensina a controlar tais respostas pela maior percepção do paciente, levando a estratégias adaptativas.^{6,7} O BioEMG aplicado em indivíduos saudáveis ajuda na visualização do desempenho e correção das estratégias para se alcançar o resultado esperado.⁸

No esporte, as ações motoras (corrida, chute, trocas de direções e saltos) podem promover o desequilíbrio entre as forças estáticas e dinâmicas nas articulações, na postura, e na mecânica articular, aumentando assim, a predisposição para ocorrência de lesões.^{9,10} O BioEMG, no treinamento esportivo, monitoriza a execução do movimento, aumenta o controle intra e intermuscular da ação, potencializa o aprendizado motor e pode melhorar o desempenho e prevenir lesões.^{7,8}

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do BioEMG nos parâmetros isocinéticos dos flexores e extensores do joelho e inversores e eversores do tornozelo em jogadores de futebol amador.

MÉTODO

Catorze atletas de futebol amador, integrantes do time de futebol do Centro Universitário Sant'Anna – UniSant'Anna, foram incluídos.

Os critérios de inclusão no trabalho foram: gênero masculino, entre 20 e 30 anos de idade, sem doenças pré-existentes, sem lesão em membros inferiores (MMII) há pelo menos três meses e sem cirurgia e dor nos MMII. Os indivíduos foram randomizados por sorteio em dois grupos: Grupo Treino (GT) e Grupo Controle (GC), compostos por sete atletas cada um.

Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre esclarecido e responderam ao questionário elaborado pelos autores da pesquisa contendo anamnese e histórico de lesões. Foi realizada a avaliação de força pela Escala de Daniels¹¹ e dor pela escala visual analógica de dor e perimetria dos MMII.

Após a inclusão foram encaminhados ao Laboratório do Estudo do Movimento (LEM) do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (IOT/HCFMUSP) onde passaram pela avaliação através do dinamômetro isocinético, marca *Biodex Multi-Joint System 3* (Shirley*, NY, USA), para os movimentos de eversão e inversão do tornozelo e flexão e extensão de joelho.

Todos os participantes fizeram aquecimento prévio de cinco minutos na bicicleta ergométrica da marca *Movement®* modelo *Biocycle 2600 Electromagnetic* sem carga.

No joelho, foram avaliados os movimentos de flexão e extensão. Foram executadas

quatro repetições com 70° de amplitude de movimento, na velocidade de 60°/segundo. No tornozelo foram avaliados os movimentos de inversão e eversão. Foram executadas quatro repetições com 25° de amplitude de movimento, na velocidade de 30°/segundo. O posicionamento dos pacientes no equipamento para a realização dos testes seguiu as especificações do fabricante.

Os testes foram iniciados sempre com o membro inferior direito, inicialmente pela articulação do tornozelo seguida da articulação do joelho. Antes da avaliação, foram realizadas três repetições submáximas para que os atletas se familiarizassem com teste. Durante a realização dos testes foi dado um reforço positivo através do comando de voz do terapeuta. A variável analisada foi o pico de torque nos primeiros 0,18s (PT 0,18s).

Três dias após a avaliação com o isocinético, os atletas do GT iniciaram as sessões de BioEMG. Foram realizadas três sessões de BioEMG para cada músculo (tibial anterior, fibular longo, reto femoral e biceps femoral), totalizando 12 sessões de treinamento.

Foi realizada uma sessão por semana de 50 minutos com o equipamento *NeuroEducator II®*. As sessões foram feitas no Centro de Reabilitação Dr. Bernard Brucker (UniSant'Anna). Foram utilizados três eletrodos de superfície auto-adesivos da marca 3M® para a captação do

Tabela 1 - Média e desvio-padrão do pico de torque a 0,18 segundos (PT0,18s) e delta diferencial (Δ Dif%) do Grupo Treinado (GT) e Grupo Controle (GC) antes e depois do treinamento com *biofeedback* eletromiográfico na velocidade de 30°/segundo dos eversores e inversores de tornozelo.

Tornozelo Grupo Treinado				
	AVALIAÇÃO		REAVLIAÇÃO	
	PT 0,18s		PT 0,18s	
	EVERSÃO	INVERSÃO	EVERSÃO	INVERSÃO
Média	23,4	28,1	29,7	34,6
DP	4,8	5,9	6,3	8,2
Test T	0,02*	0,07	-	-
Δ %	12%	12%	-	-
Tornozelo Grupo Controle				
	AVALIAÇÃO		REAVLIAÇÃO	
	PT 0,18s		PT 0,18s	
	EVERSÃO	INVERSÃO	EVERSÃO	INVERSÃO
Média	22,3	31,1	22,9	26,9
DP	5,9	3,2	6,7	6,7
Test T	0,59	0,11	-	-
Δ %	2%	-15%	-	-

Teste T de Student - * p < 0,05

sinal em cada músculo estimulado, de acordo com padrões da SENIAM (*European Applications of Surface ElectroMyoGraphy*).¹²

O atleta foi posicionado à frente do monitor e orientado para realizar o movimento, com reforço positivo de voz do terapeuta. O objetivo era aumentar o sinal mioelétrico dos músculos estimulados. A linha de base utilizada foi microvoltagem mais alta obtida na primeira vez que o indivíduo realizou o movimento, na primeira sessão. Foram feitas várias repetições dentro dos 50 minutos da sessão, com períodos de descanso variáveis, entre as tentativas, de acordo com a necessidade do paciente. O valor mais alto de microvoltagem conseguido entre todas as sessões foi registrado como pico eletromiográfico.

Três atletas desistiram de participar alegando problemas pessoais, sendo dois indivíduos do Grupo Controle e um indivíduo do Grupo Treino.

Três dias após o último dia de treinamento no BioEMG, os 11 atletas (seis do GT e cinco do GC) passaram por uma reavaliação com o questionário, e com o dinamômetro isocinético.

Análise Estatística

Utilizou-se como parâmetro de análise dos parâmetros isocinéticos e eletromiográficos, delta diferencial ($\Delta\%$) entre a primeira e segunda avaliação de cada grupo, dado em porcentagem.

Foi aplicado teste T de *Student* entre os grupos para comparação. Os dados com significância estatística são assinalados com asterisco.

RESULTADOS

Os resultados são vistos nas tabelas 1 e 2.

DISCUSSÃO

As atividades esportivas e os gestos esportivos podem gerar desequilíbrios musculares, que contribuem para as lesões.^{13,14} Os desequilíbrios entre o grupo flexor e extensor dos joelhos e entre o lado dominante e não dominante estão associados às lesões musculares da coxa^{15,16} e 40% das entorses de tornozelo estão associadas à instabilidade articular prévia.¹⁷

Jogadores de futebol com lesões na articulação do joelho, mesmo após programa de reabilitação, podem permanecer com deficiência na atividade muscular, observada pela diminuição do torque máximo e potência muscular.¹⁸ A dinamometria isocinética pode mostrar desequilíbrios causados pela própria condição do esporte, ajudando na prevenção das lesões e melhora do desempenho.^{17,18}

O BioEMG é usado para melhorar a conscientização neuro-muscular e ativar as

unidades motoras de músculos parcialmente denervados pelo aumento do recrutamento neuromotor nas doenças neurológicas,^{2,19} mas o mesmo efeito também foi visto nos músculos normais e de atletas treinados,^{19,20} fato observado no presente estudo pela melhora dos parâmetros isocinéticos. O uso do BioEMG para treinamentos mais específicos e localizados da atividade muscular pode contribuir para melhorar o controle motor e força e, conseqüentemente, prevenir lesões pelo aumento da resposta muscular.^{14,19} A auto-regulação dos estímulos da BioEMG é uma forma eficaz de facilitação do aprendizado e pode melhorar o desempenho atlético pela ação nos sistemas de controle neuro-muscular.²¹ Indivíduos saudáveis podem aperfeiçoar seus movimentos pela repetição e melhorar o controle motor pelo aumento de automatismos,^{22,23} e, possivelmente, o BioEMG seja efetivo para a correção dos movimentos executados,⁷ porém ainda não se sabe se o uso do BioEMG altera os padrões de contração dos músculos uni- e bi-articulares.²⁴

Os resultados deste trabalho mostraram que o treinamento com BioEMG dos músculos flexores do joelho e eversores do tornozelo foi capaz de melhorar o recrutamento muscular do GT, quando avaliado pela dinamometria isocinética. O objetivo do BioEMG é aumentar o recrutamento neuromotor dos músculos treinados durante a contração isotônica concêntrica. Há maior recrutamento de unidades motoras na atividade concêntrica pela maior ativação simpática.²⁵

Com o treinamento do BioEMG, os PT0,18s do grupo flexor dos joelhos e do grupo eversor dos tornozelos aumentaram de forma significativa, fato que não ocorreu com o grupo dos extensores (joelho) e inversores (tornozelo). A melhora do grupo flexor do joelho e eversor do tornozelo, grupos com menor força muscular, em detrimento dos extensores (joelho) e inversores (tornozelo) pode estar relacionada com a característica da atividade muscular realizada pelos flexores (joelho) e eversores (tornozelo), que agem no controle e frenagem ao movimento, possivelmente com maior ação excêntrica. São grupos de controle e não de força e, portanto, seriam mais sensíveis ao treinamento com BioEMG, que, por sua vez age no controle do movimento e na propriocepção.

Os parâmetros isocinéticos dos músculos eversores do tornozelo e flexores de joelho melhoraram com BioEMG, ainda que os eversores tenham mais fibras do tipo I (oxidativas de resistência) e os flexores de joelho mais fibras do tipo II (glicolíticas de força),²⁶ porém, ambos tem grande atividade excêntrica, principalmente na prática do futebol,

Tabela 2 - Média e desvio-padrão do pico de torque a 0,18 segundos (PT0,18s) e delta diferencial (Δ Dif%) do Grupo Treinado (GT) e Grupo Controle (GC) antes e depois do treinamento com *biofeedback* eletromiográfico na velocidade de 60°/segundo dos extensores e flexores de joelho.

Joelho Grupo Treinado				
	AVALIAÇÃO		REAVALIAÇÃO	
	PT 0,18s		PT 0,18s	
	EXTENSÃO	FLEXÃO	EXTENSÃO	FLEXÃO
Média	256,5	142,5	254,8	150,9
DP	32,3	17,2	32,7	18,0
Test T	0,74	0,02*	-	-
$\Delta\%$	-1%	6%	-	-
Joelho Grupo Controle				
	AVALIAÇÃO		REAVALIAÇÃO	
	PT 0,18s		PT 0,18s	
	EXTENSÃO	FLEXÃO	EXTENSÃO	FLEXÃO
Média	224,8	116,5	212,3	121,5
DP	31,4	22,5	15,4	22,3
Test T	0,17	0,28	-	-
$\Delta\%$	-6%	4%	-	-

Teste T de *Student* - * $p < 0,05$

necessária para mudanças bruscas na corrida, no chute e no controle da bola. Como o exercício estimula as fibras de contração lenta e rápida, especula-se que haja um estímulo maior das fibras já predominantes, fato que se observou no ganho maior em eversores de tornozelo (mais fibras tipo I) e flexores do joelho (mais fibras tipo II). No músculo tibial anterior, o BioEMG estimulou fibras I e II igualmente, mas pelo predomínio das fibras tipo I, estas prevaleceram após o treinamento.²⁷ Em exercícios de baixa intensidade, apenas o tipo predominante será recrutado. Nos exercícios de alta intensidade, os dois tipos de fibras são recrutados no início do exercício, porém com o passar do tempo e pela especificidade da atividade, haverá a predominância de um tipo de fibra.²⁷ O BioEMG também melhorou o senso de força na contração voluntária máxima medido pela dinamometria isocinética.²⁸ A relação entre o estímulo e intensidade do BioEMG e o tipo de fibra recrutada ainda permanece sem respostas definitivas merecendo investigações futuras.

Não seria esperado que o BioEMG realizado neste estudo promovesse mudanças no padrão metabólico das fibras musculares (tipo e tempo de treinamento), mas se houvesse algum efeito seria no tempo de resposta muscular e este, foi o motivo da escolha do pico de torque 0,18 segundos como parâmetro de avaliação.

No chute, os flexores do joelho, pela sua ação excêntrica, aumentam a precisão durante a desaceleração no final do movimento. Os flexores do joelho, músculos mais fásicos, relativamente, têm maior número de unidades motoras e, portanto, responderam melhor ao treinamento com BioEMG que os extensores, músculos tônicos e menor número de unidades motoras.¹⁸ O quadríceps é mais forte que os flexores de joelho²¹ e, portanto, com melhor controle sensorial proprioceptivo, visto que a propriocepção está diretamente relacionada com a força gerada^{7,9} e seria menos sensível ao treinamento com BioEMG, pois haveria necessidade de mais tempo e mais sessões para que o ganho de força pudesse ser observado. O mesmo raciocínio pode ser aplicado aos inversores e eversores do tornozelo.

A estratégia de ativação do sistema nervoso central pelo BioEMG aumenta o recrutamento neuromotor de grupos musculares sinérgicos, melhorando a contração para tiros e arranques, importantes na prática do esporte e podem ajudar na prevenção de lesões, principalmente pela melhora na informação proprioceptiva. Poder-se-ia afirmar que o treinamento com BioEMG é mais efetivo nos grupos

musculares de maior atividade excêntrica e seria uma ferramenta útil para ajudar a melhorar o equilíbrio agonista / antagonista principalmente pela sua maior ação no controle neuromotor proprioceptivo. O BioEMG melhora o tempo de latência muscular, parâmetro importante na prática de futebol, esporte dinâmico, que exige execução de habilidades motoras complexas.²⁹ Cohen et al³⁰ referem que o jogador de futebol muda de posição a cada seis segundos e o tempo de resposta alto perante uma mudança de direção pode comprometer estruturas estáticas e causar lesões. A diminuição do tempo de recrutamento muscular melhora a técnica e o desempenho e pode ser efetiva na prevenção de lesões. Não houve ocorrência de lesões no GT durante o período do treinamento com BioEMG, enquanto no GC foram observadas três entorses de tornozelo e uma lesão muscular da coxa. Ainda que tais achados possam ser fortuitos, apontam para a necessidade de uma investigação futura.

O BioEMG no esporte pode melhorar o recrutamento neuromotor, aumentar a força muscular (ação de mais unidades motoras) e diminuir o tempo de latência muscular, trazendo aprimoramento técnico, ganho de desempenho e prevenção de lesões. Os resultados iniciais são promissores e mostram um possível efeito benéfico do BioEMG em atletas. Há necessidade de estudos com amostras maiores em número de participantes e tipo de esportes e avaliação cega, controladas em relação ao:

1. BioEMG (técnica, tempo e métodos de utilização);
2. Treinamento físico e técnico dos atletas avaliados.
3. Tipo e incidência de lesões
4. Aprimoramento nas técnicas de avaliação funcional.

CONCLUSÃO

O treinamento com BioEMG, por 12 semanas, em jogadores de futebol amadores melhorou a contração dos músculos de ação excêntrica treinados, flexores do joelho e eversores do tornozelo, no pico de torque medido a 0,18 segundo da contração.

REFERÊNCIAS

1. Basmajian JV. Introduction: principles and background. In: Basmajian JV. Biofeedback: principles and practice for clinicians. Baltimore: Williams & Wilkins; 1989.
2. Low J, Reed A. Biofeedback. In: Low J, Ree, A. Eletroterapia explicada: princípios e prática. 3ª ed. São Paulo: Manole; 2001. p.171-172.

3. Huang H, Wolf SL, Jiping H. Recent Developments in Biofeedback for neuromotor rehabilitation. Journal of neuro engineering and rehabilitation. Bio Med Central. 2006; 3(11):1-7.
4. Basmajian JV, De Luca CJ. EMG Signal amplitude and force. In: Basmajian JV. Muscle alive. Baltimore: Williams & Wilkins; 1985. p.187-200.
5. Krebs DE. Biofeedback. In: O'Sullivan, SB, Schmitz Jr T. Fisioterapia: avaliação e tratamento. 4ª ed. São Paulo: Manole; 2004. p.719-737.
6. Wolf SL. From tibialis anterior to Tai Chi: biofeedback and beyond. Appl Psychophysiol Biofeedback. 2001;26(2):155-74.
7. Cruz CF. Biofeedback e exterocepção no controle do movimento humano voluntário. Rev Digital - Buenos Aires [periódico na Internet]. 2005. [citado 2008 jun 10];10(88). [cerca de 6 p.]. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd88/mov.htm>
8. Liebermann DG, Katz L, Hughes MD, Bartlett RM, McClements J, Franks IM. Advances in the application of information technology to sport performance. J Sports Sci. 2002;20(10):755-69.
9. Goulart LF, Dias RMR, Altamari LR. Variação do equilíbrio muscular durante uma temporada em jogadores de futebol categoria sub-20. Rev Bras Med Esporte. 2008; 17(1):17-21.
10. Place N, Matkowski B, Martin A, Lepers R. Synergists activation pattern of the quadriceps muscle differs when performing sustained isometric contractions with different EMG biofeedback. Exp Brain Res. 2006;174(4):595-603.
11. Daniels L, Worthingham C. Muscle testing: techniques of manual examination. 5ª ed. Philadelphia: Saunders; 1986.
12. Hermens HJ, Hägg G, Freriks B. European Applications of Surface Electromyography [text on the Internet]; 1997. Stockholm [cited 2009 Agu 19]. Available from: www.seniam.org
13. Assis MMV, Gomes MI, Carvalho EMS. Avaliação isocinética de quadríceps e ísquios-tibiais nos atletas de Jiu-Jitsu. Rev Bras em Promoção da Saúde. 2005; 6(2):85-9.
14. Hampson DB, Gibson ASC, Lambert MI, Noakes TD. The influence of sensory cues on the perception of exertion during exercise and central regulation of exercise performance. Sports Med. 2001; 31(13):935-52.
15. Battistella LR, Shinzato GT. Avaliação do desempenho músculo-esquelético. In: Lianza, S. Medicina de Reabilitação. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007. p.37-41.
16. Andrade MS, Fleury AM, Silva AC. Força muscular isocinética de jogadores de futebol da seleção parolímpica brasileira de portadores de paralisia cerebral. Rev Bras Med Esporte. 2005; 11(5):281-85.
17. Aiken AB, Pelland L, Brison R, Picket W, Brouwer B. Short-Term natural recovery of ankle aprains following discharge from emergency Departments. J Orthop Sports Phys Ther. 2008; 38(9):566-71.
18. Place N, Martin A, Ballay Y, Lepers R. Neuromuscular fatigue differs with biofeedback type when performing submaximal contraction. J Electromyogr Kinesiol. 2007; 3(17):253-63.
19. Bar-Eli M, Blumenstein B. Performance enhancement in swimming: the effect of mental training with biofeedback. J Sci Med Sport. 2004;7(4):454-64.
20. Alonso AC, Greve JMD, Macedo OG, Pereira CAM, Souza PCM. Avaliação isocinética dos inversores e eversores de tornozelo: estudo comparativo entre atletas de futebol e sedentários normais. Rev Bras Fisioter. 2003;7(3):195-99.
21. Kapandji AI. Fisiologia articular: membros inferiores. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.
22. Tani G, Meira Jr CM, Gomes FRF. Freqüência, precisão e localização temporal de conhecimento de resultados e o processo adaptativo na aquisição de uma habilidade motora de controle da força manual. Rev Por Cien Desp. 2005; 5(1):59-68.
23. Fortes CRN, Carazzato JG. Estudo epidemiológico da entorse de tornozelo em atletas de voleibol de alto rendimento. Acta Ortop Bras. 2008; 16(3)142- 47.

24. Place N, Matkiewski B, Martin A, Lepers R. Synergists activation pattern of the quadriceps muscle differs when performing sustained isometric contractions with different EMG biofeedback. *Exp Brain Res.* 2006; 174(4): 595–603.
25. Durand RJ, Castracane VD, Hollander DB, Tryniecki JL, Bamman MM, O'Neal S, et al. Hormonal responses from concentric and eccentric muscle contractions. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(6):937-43.
26. Jull GA, Janda V. Muscle and motor control in low back pain. In: Twomey LT, Taylor JR, eds. *Physical therapy of the low back: clinics in physical therapy.* New York: Churchill Livingstone; 1987. p. 253-78.
27. Houtman CJ, Stegeman DF, Van Dijk JP, Zwarts MJ. Changes in muscle fiber conduction velocity indicate recruitment of distinct motor unit populations. *J Appl Physiol.* 2003; 95(3): 1045-54.
28. Hortobágyi T, Garry J, Holbert D, Devita P. Aberrations in the control of quadriceps muscle force in patients with knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* 2004;51(4):562-69.
29. Iwadate M, Mori A, Ashizuka T, Takayose M, Ozawa T. Long-Term physical exercise and somatosensory event-related potentials. *Exp Brain Res.* 2005;160(4):528-32.
30. Cohen M, Abdalla R. *Lesões nos esportes.* Rio de Janeiro: Revinter; 2002.