

Artigo original

Avaliação do pico de torque excêntrico e concêntrico dos músculos rotadores do ombro em tenistas juvenis

Evaluation of eccentric and concentric peak torque in shoulder rotator muscles of young tennis players

João Ricardo M. dos Santos*, Márcio C. Antonelo**, Rafael de Barros S. Coelho**, Ricardo Takahashi**, Fábio V. Serrão, D.Sc.***

.....
 *Fisioterapeuta, Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP **Fisioterapeuta, ***Professor Adjunto do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Disciplina de Fisioterapia em Ortopedia e Traumatologia

Resumo

O objetivo deste estudo foi comparar o pico de torque excêntrico e concêntrico dos músculos rotadores mediais (RM) e laterais (RL) do ombro dominante e não dominante, em jogadores de tênis. Além disso, foi avaliada a relação entre o pico de torque excêntrico pelo concêntrico para RM/RL e RL/RM. Sete voluntários ($16 \pm 1,73$) foram avaliados. A avaliação foi realizada no dinamômetro isocinético Biodex 3. As contrações excêntricas e concêntricas foram realizadas a 60 e 180 °/seg. Não houve diferença significativa entre o ombro dominante e o não dominante para a relação entre o pico de torque excêntrico pelo concêntrico para RM/RL e RL/RM ($p > 0,05$). O pico de torque concêntrico dos RM e o pico de torque excêntrico dos RL do ombro dominante foi estatisticamente maior que do ombro não dominante ($p < 0,01$). Os resultados deste estudo sugerem uma adaptação da força dos músculos rotadores do ombro decorrentes da prática do tênis.

Palavras-chave: pico de torque, ombro, manguito rotador, isocinético.

Abstract

The objective of this study was to compare the eccentric and concentric peak torque of the medial (MR) and lateral (LR) rotator muscles of dominant and non-dominant shoulders, in tennis players. Moreover, the eccentric-to-concentric peak torque ratio for the MR/LR and LR/MR was evaluated. Seven participants (16 ± 1.73) were evaluated. The evaluation was realized on a Biodex 3 isokinetic dynamometer. The eccentric and concentric contractions were realized at 60 deg/second and at 180 deg/second. The eccentric-to-concentric peak torque ratio for the MR/LR and LR/MR, between dominant and non-dominant shoulder, was not statistically significant ($p > 0.05$). The concentric peak torque of the MR and eccentric peak torque of the LR for the dominant shoulder were statistically higher than that of non-dominant shoulder ($p < 0.01$). The results of this study suggest an adaptation of the shoulder rotator muscles strength resulting from tennis practice.

Key-words: peak torque, shoulder, rotator cuff, isokinetic.

Introdução

O tênis é o mais popular de todos os esportes de raquete, sendo que o número de jogadores, nos últimos 20 anos, aumentou significativamente. Estima-se que nos Estados Unidos dois milhões de pessoas joguem tênis a cada ano, e o número de participantes em competições é cada vez maior [1].

Um número crescente de pré-adolescentes e adolescentes inicia a prática o tênis. Esse grupo apresenta um particular problema quanto a lesões no esporte; em geral, atletas jovens

possuem uma reduzida potência muscular e um menor nível de condicionamento, podendo sofrer diferentes tipos e padrões de lesão [1].

Em relação às lesões que acometem tenistas em geral, o movimento do saque, por ser de natureza repetitiva no esporte e ser realizado com o membro superior acima da cabeça, merece particular atenção [2,3].

O movimento do saque pode ser dividido em 5 fases: rotação, levantamento, aceleração, desaceleração e execução. A primeira fase (rotação) é a de preparação para o saque, que

Recebido 16 de agosto de 2005; aceito 15 de abril de 2006.

Endereço para correspondência: Prof. Dr. Fábio V. Serrão, Universidade Federal de São Carlos UFSCar, Departamento de Fisioterapia, Rod. Washington Luís, km 235, 13565-000 São Carlos SP; Tel: (16) 3351-8754, E-mail: fserrao@power.ufscar.br

termina com a bola saindo da mão do tenista. O levantamento é a fase onde o tenista irá armazenar energia potencial para o saque. Inicia com predomínio da contração concêntrica de rotadores laterais e termina com contração excêntrica de rotadores mediais, desacelerando o movimento e armazenando energia potencial necessária para a posterior contração concêntrica, na fase de aceleração. Na terceira fase (aceleração), ocorre a contração concêntrica de rotadores mediais visando o contato da raquete com a bola. A quarta fase (desaceleração) envolve a contração excêntrica de rotadores laterais para desacelerar o movimento do saque. Em geral, as forças de desaceleração são duas vezes maiores que as de aceleração, mas agem por um período de tempo mais curto (40 milissegundos). A fase de execução representa o momento em que o corpo movimenta-se para diante com o braço reduzindo, efetivamente, as forças de afastamento aplicadas ao ombro [4]. Uma deficiência na contração excêntrica de rotadores mediais na fase de levantamento e, principalmente, de rotadores laterais na fase de desaceleração, pode comprometer a estabilidade articular e predispor o ombro a lesões [4,5,6].

Grande parte dessa demanda repetitiva, em que é exposto o atleta de tênis durante o saque, é colocada sobre a articulação do ombro. Assim, essa articulação é a mais freqüentemente afetada no membro superior, com a inflamação de músculos do manguito rotador sendo o tipo de lesão mais comum em tenistas de todos os níveis [1].

O manguito rotador do ombro possui a função de rodar o úmero e fazer a depressão da cabeça umeral [7], evitando o impacto com o arco coracoacromial [8]. O equilíbrio entre os músculos do manguito rotador é essencial para manutenção da estabilidade e da permanência da cabeça do úmero na cavidade glenóide [7,9]. No entanto, o desequilíbrio entre esses músculos vem sendo considerado como uma possível causa de lesões por sobrecarga em tenistas [7,10,11].

O índice da relação antagonista por agonista tem sido utilizado para avaliar o equilíbrio entre os músculos do manguito rotador. Chandler *et al.* [7], avaliando 25 tenistas universitários (11 homens e 13 mulheres), estudaram a relação entre o pico de torque concêntrico de rotadores laterais por mediais. Os resultados, expressos em porcentagem, foram de 60,5 para velocidade de 60°/seg e 64,9 para 300°/seg, no membro superior dominante. Para o membro não dominante, os valores foram de 70,3 para 60°/seg e 68,8 para 300°/seg. A comparação entre o membro dominante e o não dominante, para essa relação, não mostrou diferença significativa.

Embora vários estudos tenham avaliado a relação de força entre os músculos rotadores do ombro durante a contração concêntrica, poucos analisaram a relação antagonista excêntrico por agonista concêntrico [5,6]. A observação da relação concêntrica entre antagonistas pode oferecer importantes informações quanto à força muscular. Porém, pode não aproximar da verdadeira função muscular exigida no movimento do saque e, logo, deixar de observar importantes desequilíbrios musculares.

Assim, dado o alto potencial de lesões verificadas no manguito rotador de tenistas, a grande importância do equilíbrio de força muscular entre os músculos rotadores do ombro e a ausência de estudos na literatura envolvendo a análise da relação antagonista excêntrico por agonista concêntrico para essa população de atletas, é que se justifica a atenção desse estudo para obtenção dessa relação. O presente estudo também tem o intuito de comparar o pico de torque concêntrico e excêntrico dos músculos rotadores mediais e laterais do ombro, entre o membro dominante e não dominante.

Material e métodos

Participaram desse estudo 7 voluntários do sexo masculino ($16 \pm 1,73$ anos). Todos os voluntários eram atletas juvenis de tênis, com freqüência de treinamento de no mínimo 5 vezes por semana e disputavam competições regularmente. Seis voluntários apresentavam o membro superior dominante direito e apenas um o esquerdo. Todos os voluntários do estudo e os responsáveis por esses foram esclarecidos quanto aos procedimentos a serem realizados e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, conforme Resolução CSN 196/96.

O pico de torque concêntrico e excêntrico foi avaliado por meio de um dinamômetro isocinético *Biodex Multi Joint Sistem 3*. Um cicloergômetro de membros superiores da marca *Saratoga Access & Fitness* foi utilizado para a realização de um aquecimento, previamente à avaliação isocinética. Para auxiliar no posicionamento do membro superior do voluntário, na avaliação isocinética, foi utilizado um goniômetro universal da marca Carci.

Todos os voluntários foram submetidos a uma avaliação isocinética nos modos concêntrico e excêntrico para a obtenção do pico de torque bilateral dos músculos rotadores mediais e laterais do ombro.

Antes da avaliação isocinética foi realizado um aquecimento em cicloergômetro de membros superiores durante 5 minutos, sem carga. Além disso, foi feita a calibração do dinamômetro isocinético conforme orientação do fabricante.

Após o aquecimento o voluntário foi posicionado na cadeira do dinamômetro e estabilizado com cintos de contenção, colocados diagonalmente sobre o tórax e horizontalmente sobre a pelve. O voluntário foi posicionado com o ombro em abdução de 60° e flexão de 30° (plano da escápula), e o cotovelo em flexão de 90°. O antebraço foi fixado ao braço de alavanca do dinamômetro pela colocação de velcros. O eixo mecânico de rotação (eixo mecânico do braço de resistência) foi alinhado ao olécrano. Para auxiliar no posicionamento do membro superior do voluntário, foi utilizado o goniômetro universal.

A amplitude de movimento avaliada consistiu de 30° de rotação medial e 70° de rotação lateral, totalizando uma amplitude de movimento de 100°. Tanto para o modo concêntrico quanto para o excêntrico a posição inicial do teste foi de 30° de rotação medial.

Para a avaliação isocinética, em ambos os membros superiores e para ambos os modos de contração, foram realizadas 5 contrações máximas na velocidade angular de 60°/seg e 10 contrações máximas a 180°/seg, com um período de repouso de 2 minutos entre cada velocidade. A determinação do membro superior a ser avaliado primeiro foi feita de forma aleatória, por sorteio; porém a velocidade de 60°/seg foi sempre avaliada anteriormente à 180°/seg.

Previamente à realização da avaliação, em cada velocidade e em cada modo de contração, os voluntários foram instruídos quanto à atividade que executariam. Com o intuito de familiarização com o exercício proposto, foram feitas 3 contrações submáximas. Entre a familiarização e a avaliação foi permitido 2 minutos de repouso.

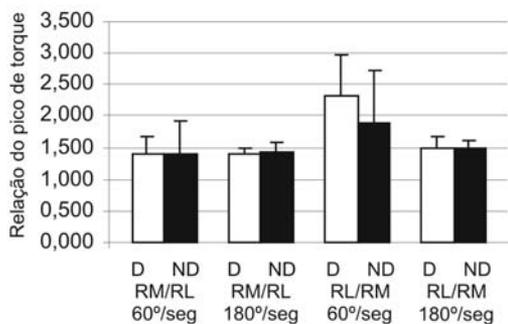
Os voluntários foram avaliados, inicialmente, no modo concêntrico, seguido do modo excêntrico. Um tempo de repouso de 15 minutos foi dado entre os modos.

Anteriormente à aplicação do teste foi verificado se os dados apresentavam distribuição normal. Para a comparação da relação antagonista excêntrico por agonista concêntrico, entre o membro superior dominante e o não dominante, e do pico de torque para a contração concêntrica e excêntrica, entre o membro dominante e o não dominante, foi utilizado o teste t de Student.

Resultados

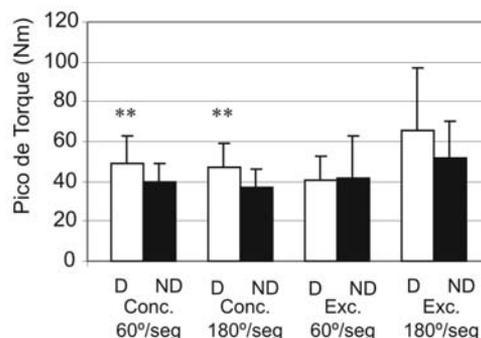
A comparação entre o membro superior dominante e o não dominante para a relação entre o pico de torque de contração excêntrica dos músculos rotadores mediais pela concêntrica dos músculos rotadores laterais não mostrou diferença significativa ($p > 0,05$) nas duas velocidades angulares (60°/seg e 180°/seg). Para a mesma relação, entre os músculos rotadores laterais por rotadores mediais, também não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre o membro dominante e o não dominante, nas duas velocidades angulares (60°/seg e 180°/seg) (Fig. 1).

Figura 1 - Valores médios e desvio padrão da relação entre o pico de torque excêntrico por concêntrico dos músculos rotadores mediais do ombro (RM) por rotadores laterais (RL) e de rotadores laterais por rotadores mediais, envolvendo o membro superior dominante (D) e o não dominante (ND).



O pico de torque concêntrico dos músculos rotadores mediais foi significativamente maior no membro superior dominante quando comparado ao não dominante, nas duas velocidades angulares ($p < 0,01$). Entretanto, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) na comparação entre o pico de torque excêntrico dos músculos rotadores mediais entre o membro dominante e o não dominante (Fig. 2).

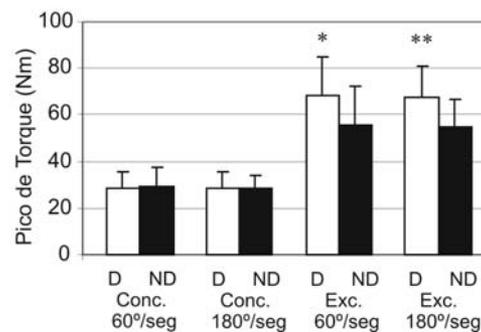
Figura 2 - Valores médios e desvio padrão do pico de torque concêntrico (Conc) e excêntrico (Exc) dos músculos rotadores mediais na velocidade de 60°/seg e 180°/seg, do membro superior dominante e não dominante.



** = $p < 0,01$; Teste t de Student.

O pico de torque excêntrico dos músculos rotadores laterais foi significativamente maior no membro superior dominante quando comparado ao não dominante, nas velocidades angulares de 60°/seg ($p < 0,05$) e 180°/seg ($p < 0,01$). Entretanto, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) na comparação entre o membro dominante e o não dominante para o pico de torque concêntrico dos músculos rotadores laterais, nas duas velocidades angulares avaliadas (Fig. 3).

Figura 3 - Valores médios e desvio padrão do pico de torque concêntrico (Conc) e excêntrico (Exc) dos músculos rotadores laterais na velocidade de 60°/seg e 180°/seg, do membro superior dominante e não dominante.



* = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; Teste t de Student.

Discussão

O presente trabalho é um estudo inicial sobre a avaliação da relação do pico de torque excêntrico por concêntrico dos músculos rotadores do ombro para atletas juvenis de tênis. A obtenção de um índice para essa relação poderia servir como parâmetro de normalidade para o retorno ao esporte pós-lesão em atletas com faixa etária e prática esportiva próximas ao grupo estudado.

Nesse estudo foram utilizadas as velocidades angulares de 60°/seg e 180°/seg. A menor velocidade foi escolhida de acordo com a maioria dos artigos encontrados que envolviam avaliação isocinética [6,7] A velocidade de 180°/seg foi utilizada para não colocar em risco a integridade do ombro dos voluntários, já que também foi realizada a avaliação no modo excêntrico e esse, em altas velocidades, não é recomendado.

A posição de 60° de abdução e 30° de flexão (plano da escápula) do ombro foi utilizada pois proporciona maior segurança aos voluntários, já que permite uma melhor coaptação da cabeça do úmero com a cavidade glenóide, além de melhor suprimento vascular para o músculo supra-espinhal [12].

Quanto à relação antagonista por agonista, os valores encontrados para a relação entre o pico de torque excêntrico de rotadores laterais por concêntrico de rotadores mediais do ombro no membro dominante, foram de 1,39 para a velocidade de 60°/seg e de 1,47 para a velocidade de 180°/seg. Para a mesma relação, no membro superior não dominante, foram encontrados os valores de 1,42 para 60°/seg e 1,48 para 180°/seg.

Scoville *et al.* [5], avaliando 75 atletas universitários, todos praticantes de beisebol, voleibol, handebol ou esportes de raquete, com média de idade de 19,7 anos, também se voltaram para a obtenção dessa relação. Neste estudo foi observado, para a relação entre o pico de torque excêntrico de rotadores laterais por concêntrico de rotadores mediais do ombro, na velocidade de 90°/seg, os seguintes valores: 1,08 para membro dominante e 1,05 para membro não dominante. A diferença quanto aos esportes praticados pelos voluntários do estudo de Scoville *et al.* [5] com os do presente estudo pode ser um fator que contribuiu para a não concordância de valores. Além disso, no estudo de Scoville *et al.* [5], os voluntários realizaram a contração concêntrica de rotadores mediais logo após a contração excêntrica dos mesmos. Isso pode ter contribuído para um maior pico de torque concêntrico dos rotadores mediais, em função do ciclo alongamento-encurtamento, o que contribuiria para o menor índice encontrado por esses autores.

Wang & Cochrane [6], avaliando 16 atletas de voleibol, encontraram, para essa mesma relação, os valores de 0,96 para a velocidade de 60°/seg e 1,17 para 180°/seg, no membro dominante. Para o membro não dominante, foram encontrados os valores de 1,22, para a velocidade de 60°/seg e 1,42, para a velocidade de 180°/seg. Porém, apesar de termos usado as mesmas velocidades angulares, no estudo de Wang

& Cochrane [6] a relação foi calculada a partir da média do torque, o que pode explicar a não semelhança de valores com nosso estudo.

Para a relação do pico de torque excêntrico de rotadores mediais por concêntrico de rotadores laterais do ombro, foram encontrados os valores de 1,40 para a velocidade de 60°/seg e 2,30 para a velocidade de 180°/seg no membro dominante. Para o membro não dominante foram obtidos os valores de 1,40 e 1,90 para as velocidades de 60°/seg e 180°/seg, respectivamente.

Scoville *et al.* [5] encontraram para o membro dominante e o não dominante, à velocidade angular de 90°/seg, os valores de 2,39 e 2,15, respectivamente. Os valores encontrados em nosso estudo para o membro dominante na velocidade de 180°/seg aproximam-se desses. Porém, os resultados obtidos para a velocidade de 60°/seg apresentam-se expressivamente menores. A diferença na velocidade angular utilizada para a avaliação pode ser um fator que contribuiu para tal discordância. Quanto maior a velocidade, menor é o pico de torque concêntrico. Assim, a menor velocidade utilizada em nosso estudo (60°/seg) pode ter permitido um maior pico de torque concêntrico, o que contribuiria para a diminuição do índice. Além disso, como citado anteriormente, a diferença nos esportes praticados pelos voluntários dos dois estudos, pode ter aumentado as diferenças observadas.

Quanto à comparação das relações antagonista excêntrico por agonista concêntrico, entre o membro dominante e o não dominante, os resultados do presente estudo não mostraram diferença significativa em nenhuma das velocidades avaliadas. Codinne *et al.* [9], avaliando 51 sujeitos distribuídos em quatro grupos de atletas, sendo um desses de tenistas, média de idade de 25,7 anos, também não observaram diferença significativa entre o membro dominante e o não dominante para a relação entre o pico de torque concêntrico de rotadores mediais por rotadores laterais. Apesar da concordância quanto à comparação bilateral, o estudo de Codinne *et al.* [9] analisou a relação entre antagonistas apenas pelo modo concêntrico de contração. Não foram encontrados estudos realizando a comparação entre o membro dominante e o não dominante quanto à relação entre músculos antagonistas de rotação do ombro para o pico de torque excêntrico pelo concêntrico. Assim, devido a maior aproximação da relação antagonista excêntrico por agonista concêntrico com a especificidade do esporte, nesse caso com o saque do tênis, sugerimos que novos estudos sejam realizados com o intuito de obter essa relação em um número maior de sujeitos.

Os resultados desse estudo também demonstraram que o pico de torque concêntrico dos rotadores mediais e o pico de torque excêntrico de rotadores laterais do ombro foi significativamente maior no membro dominante em relação ao não dominante, em ambas as velocidades. Um fato que pode explicar a diferença observada pode ser a prática repetitiva do esporte e, principalmente, do movimento repetitivo do saque realizado por estes atletas durante treinos e competições. O

movimento do saque, como já citado anteriormente, envolve forte contração concêntrica dos músculos rotadores mediais do ombro para promover maior velocidade da bola, além de forte contração excêntrica dos músculos rotadores laterais para desacelerar o movimento e estabilizar a articulação glenoumeral [1]. Logo, isso pode ter contribuído para o maior pico de torque excêntrico dos rotadores laterais e concêntrico dos rotadores mediais no membro dominante. Esses dados também podem explicar o fato de não ter havido diferença significativa entre o membro dominante e o não dominante para a relação do pico de torque excêntrico de rotadores laterais por concêntrico de rotadores mediais, já que foi observado maior pico de torque no membro dominante para ambas as variáveis, tendendo à manutenção do índice.

Em um estudo de Chandler *et al.* [7], onde foram avaliados 11 homens e 13 mulheres, todos universitários praticantes de tênis, foram observados resultados similares aos nossos quanto à comparação bilateral do pico de torque concêntrico de rotadores mediais e laterais do ombro, na velocidade de 60°/seg, com o pico de torque dos músculos rotadores mediais significativamente maior no membro dominante.

Por outro lado, os resultados do presente estudo não demonstraram diferenças significativas na comparação entre o membro dominante e o não dominante quanto ao pico de torque da contração concêntrica de rotadores laterais e excêntrica de rotadores mediais. Isso concorda com os resultados encontrados por Chandler *et al.* [7]. Uma possível explicação para esses resultados se deve ao fato de que apesar das contrações concêntricas dos rotadores laterais e excêntricas dos rotadores mediais também serem repetitivas na prática do tênis, principalmente na fase de levantamento do saque, essas contrações não precisam ser tão fortes quanto as contrações concêntricas dos rotadores mediais e excêntricas dos rotadores laterais nas fases de aceleração e desaceleração do saque, respectivamente.

Uma limitação do presente estudo diz respeito ao tamanho da amostra. Assim, sugerimos que estudos futuros da relação antagonista excêntrico por agonista concêntrico, com uma maior amostra e com outras faixas etárias, sejam realizados para que possamos obter parâmetros mais concretos para o retorno seguro do atleta ao esporte.

Conclusão

Os resultados desse estudo, nas condições experimentais utilizadas, permitem concluir que não houve diferença significativa entre o membro dominante e o não dominante para a relação entre o pico de torque excêntrico dos rotadores mediais pelo concêntrico dos rotadores laterais, bem como excêntrico dos rotadores laterais pelo concêntrico dos rotadores mediais. Além disso, o pico de torque concêntrico dos rotadores mediais e o pico de torque excêntrico dos rotadores laterais do membro dominante foi maior que o do membro não dominante, sugerindo uma adaptação da força dos músculos rotadores do ombro decorrente da prática do tênis.

Referências

1. Bylak J, Hutchinson MR. Common sports injuries in young tennis players. *Sports Med* 1998;26:119-32.
2. Cohen DB, Mont MA, Campbell KR, Vogelstein B.N, Loewy JW. Upper extremity physical factors affecting tennis serve velocity. *Am J Sports Med* 1994;22:746-50.
3. Mont MA, Cohen DB, Campbell KR, Gravare K, Mathur SK. Isokinetic concentric versus eccentric training of shoulder rotators with functional evaluation of performance enhancement in elite tennis players. *Am J Sports Med* 1994;22:513-17.
4. Lee HWM. Mechanisms of neck and shoulder injuries in tennis players. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995;21:28-37.
5. Scoville CR, Arciero RA, Taylor DC, Stoneman PD. End range eccentric antagonist/concentric agonist strength ratios: a new perspective in shoulder strength assessment. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997;25:203-7.
6. Wang HK, Cochrane T. Mobility impairment, muscle imbalance, muscle weakness, scapular asymmetry and shoulder injury in elite volleyball athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 2001;41:403-10.
7. Chandler TJ, Kibler WB, Stracener EC, Ziegler AK, Pace B. Shoulder strength, power, and endurance in college tennis players. *Am J Sports Med* 1992;20:455-8.
8. Ellenbecker TS, Davies GJ, Rowinski MJ. Concentric versus eccentric isokinetic strengthening of the rotator cuff. *Am J Sports Med* 1988;16:64-9.
9. Codinne P, Bernard PL, Pocholle M, Benaim C, Brun V. Influence of sports discipline on shoulder rotator cuff balance. *Med Sci Sports Exerc* 1997;25:59-63.
10. Ellenbecker TS. Rehabilitation of shoulder and elbow injuries in tennis players. *Clin Sports Med* 1995;14:87-108.
11. Ellenbecker TS, Roetert EP. Testing isokinetic muscular fatigue of shoulder internal and external rotation in elite junior tennis players. *J Orthop Sports Phys Ther* 1999; 29: 275-81.
12. Dvir Z. *Isokinetics – Muscle testing, interpretation and clinical applications*. New York: Churchill Livingstone; 1995.