

Teste de controle neuromuscular em indivíduos submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior e em tratamento fisioterapêutico avançado*

Neuromuscular control test in individuals submitted anterior cruciate ligament reconstruction and in advanced physiotherapeutic treatment

Dérick Patrick Artioli¹, Flávio Fernandes Bryk², Thiago Fukuda², Nilza Aparecida de Almeida Carvalho³

*Recebido do Pavilhão Fernandinho Simonsen no Ambulatório de Fisioterapia em Afecções do Joelho, Pediatria e Esportes da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. São Paulo, SP.

RESUMO

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: A avaliação dinâmica do controle neuromuscular do joelho através do *Star Excursion Balance Test* (SEBT) é apenas sugerida, porém, não existem estudos utilizando este teste pós-reconstrução ligamentar. O objetivo deste estudo foi avaliar se há alteração no controle neuromuscular por meio do SEBT, em indivíduos submetidos a tratamento fisioterapêutico pós-reconstrução do ligamento cruzado anterior.

MÉTODO: O SEBT consiste em oito linhas retas de 120 cm de comprimento e três cm de largura, feitas de napa, tendo estas retas o início em um ponto único, formando um centro, com angulação de 45° entre cada reta. Deu-se o nome para cada reta conforme sua direção: ântero-lateral (AL); anterior (ANT); ântero-medial (AM); medial (MD); pôstero-medial (PM); posterior (PO); pôstero-lateral (PL) e lateral (LAT). A avaliação foi bilateral. O SEBT foi aplicado em 20 pessoas, com 10 no grupo controle e 10 ao grupo lesão e utilizou-se o teste *t* de Student, ANOVA e pós-teste de Tukey para a comparação entre lados e grupos.

RESULTADOS: Ao comparar-se a média da somatória das oito retas, não houve diferença no grupo lesão, grupo controle e ao comparar os grupos.

CONCLUSÃO: Na avaliação do SEBT para a amostra estudada, não há acometimento do controle sensorio motor em indivíduos em treino de controle neuromuscular avançado.

Descritores: Fisioterapia, Lesões do joelho, Ligamento cruzado anterior, Manifestações neuromusculares, Propriocepção, Tratamento.

SUMMARY

BACKGROUND AND OBJECTIVES: The evaluation of dynamic neuromuscular control of the knee through the Star Excursion Balance Test (SEBT) is only suggested, however, there are no studies using this test after ligament reconstruction. This study aimed to evaluate if there are changes in neuromuscular control through the SEBT in subjects undergoing physical therapy after reconstruction of anterior cruciate ligament.

METHOD: The SEBT consists of eight straight lines of 120 cm long and three cm wide, made from NAPA, and these lines start at a single point, forming a center with 45-degree angle between each line. The name was given to each line according to its direction: the anterolateral (AL), anterior (ANT), anteromedial (AM), medial (MD), posterior-medial (PM), posterior (PO), posterior-lateral (PL) and lateral (LAT). The assessment was bilateral. The SEBT was applied to 20 individuals, 10 belonging to the control group and 10 to the injury group and used the *t* Student test, ANOVA and Tukey post-test for comparison between sides and groups.

RESULTS: When comparing the average of the sum of the eight lines, there was no difference in the injury group, control group and when groups were compared.

CONCLUSION: In the evaluation of SEBT for the sample studied, there is no involvement of the sensorimotor control in individuals in advanced neuromuscular control training.

Keywords: Anterior cruciate ligament, Knee injuries, Neuromuscular manifestations, Physical therapy, Proprioception, Treatment.

INTRODUÇÃO

O ligamento cruzado anterior (LCA) é descrito como o mais acometido nas lesões no joelho (46%), sendo relacionadas a atividades esportivas¹⁻⁴. O seu mecanismo de lesão é variável, porém o mais comum é o indivíduo com seu pé fixo ao solo, em flexão do joelho, tenta mudar de direção, com desaceleração e estresse em valgo. A lesão também pode ocorrer por hiperextensão associado à rotação interna do joelho ou por contato, quando a pessoa sofre uma força em valgo no joelho⁴.

1. Especialista em Fisioterapia Musculoesquelética pela Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil
2. Supervisor da Especialização Musculoesquelética da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil
3. Coordenadora da Especialização Musculoesquelética da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

Apresentado em 03 de janeiro de 2011

Aceito para publicação em 26 de abril de 2011

Endereço para correspondência:

Dérick Patrick Artioli

Av. Condessa de Vimieiros, 924 – Centro

11740-000 Itanhaém, SP.

Fone: (13) 8139-3459

E-mail: derricksantacasa@hotmail.com

© Sociedade Brasileira de Clínica Médica

Quando ocorre uma lesão os mecanorreceptores também são afetados, gerando alteração na aferência proprioceptiva, comprometendo o mecanismo protetor de controle neuromuscular, determinando assim déficit na atividade muscular antecipatória (latência na estabilização reflexa), expondo as estruturas estáticas à lesão diante de forças e traumas inesperados^{4,5}. Devido a isso, alguns autores afirmam que há redução da aferência proprioceptiva do joelho quando ocorre uma ruptura total do LCA ou após a sua reconstrução^{6,7}.

Autores referem que o déficit sensorial pode ser minimizado depois de lesão ou de cirurgia por meio do treinamento sensorio motor, apurando a função estabilizadora reflexa e diminuindo os riscos de novas lesões^{2,4,8}. Williams e col.⁹ ressaltam a importância de ser avaliado o controle neuromuscular nas afecções do joelho, já que esse é o principal fator de estabilidade dinâmica desta articulação. Há poucas formas de se avaliar dinamicamente o efeito da diminuição da acuidade proprioceptiva no controle neuromuscular (função de estabilidade) e no desempenho funcional¹⁰. Uma das formas é por meio do *Star Excursion Balance Test* (SEBT), que é um teste de baixo custo e que avalia o paciente de forma dinâmica. É descrito como capaz de avaliar movimentos funcionais que afetam a função do joelho^{3,7,11,12} (Figura 1).

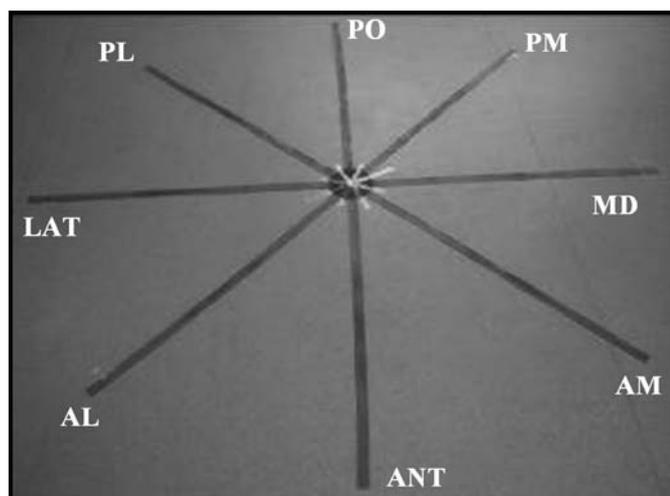


Figura 1 – *Star Excursion Balance Test* – disposição ao solo do teste durante a avaliação do membro inferior direito – visão anterior

ANT = anterior; AM = ântero-medial; MD = medial; PM = pôstero-medial; PO = posterior; PL = pôstero-lateral; LAT = lateral; AL = ântero-lateral

O SEBT tem sido utilizado por diferentes autores nos Estados Unidos da América, porém na maioria das vezes sendo aplicado para o tornozelo e apenas sugerido para ser utilizado no joelho¹³⁻²².

O objetivo principal deste estudo foi avaliar, por meio do SEBT, se existem alterações no controle neuromuscular da função dinâmica do joelho, em pessoas submetidas à reconstrução do LCA e que se encontravam em reabilitação fisioterapêutica avançada.

MÉTODOS

Após aprovação pelo Comitê de Ética da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo (ISCMSP) (Projeto nº 259/09), e obtida a assinatura prévia do Termo de Consentimen-

to Livre Esclarecido (TCLE) dos participantes, realizou-se este estudo com 20 indivíduos de ambos os sexos, divididos em dois grupos: Grupo Controle (sete homens e três mulheres) e Grupo Lesão (oito homens e duas mulheres), com idades entre 15 e 40 anos ($25,7 \pm 6,5$ anos), sem história pregressa de qualquer acometimento do quadril, joelho ou tornozelo nos últimos seis meses, com reconstrução do LCA (tendão semitendíneo e grácil) acompanhada ou não de lesão meniscal (lesão meniscal tratada quando presente) em apenas um dos membros inferiores, índice de massa corpórea (IMC) normal de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), entre 18,5 e 24,99 kg/m²²³. Não foram incluídos no estudo, indivíduos com lesão associada de outros ligamentos, sutura meniscal, história de fratura ou de deformidade no membro inferior, ou de qualquer associação com doença de caráter neurológico.

Todos os pacientes foram submetidos ao mesmo protocolo de reabilitação da ISCMSP pós-reconstrução do LCA no mesmo local. O teste foi realizado a partir de 15 a 20 semanas de tratamento.

Para a avaliação de controle neuromuscular, utilizou-se o SEBT, que consiste em oito linhas retas de 120 cm de comprimento e três cm de largura, feitas de plástico Le Baron ou Napa colocadas no chão, tendão estas retas, início em um ponto único, formando um centro, onde há uma angulação de 45° entre cada reta. As retas são costuradas no centro formado (intersecção das retas), neste local, é colocado o pé do paciente após a medição do comprimento e largura do mesmo descalço utilizando-se de fita métrica e de marcador.

As retas foram nomeadas de acordo com sua direção a partir do membro inferior de apoio: ântero-lateral (AL); anterior (ANT); ântero-medial (AM); medial (MD); pôstero-medial (PM); posterior (PO); pôstero-lateral (PL) e lateral (LAT). Quando o paciente realizava o alcance nas retas PL e LAT, o membro inferior movia-se por trás do membro de apoio. Foi seguido o sentido horário de alcance das retas quando o membro inferior esquerdo (MIE) encontrava-se fixo no solo e o sentido anti-horário quando o membro inferior direito (MID) estava fixo ao solo, ambos tiveram início com a reta ANT e término na reta AL (Figura 1). Antes da avaliação, o teste era demonstrado pelo examinador e realizado uma vez pelo paciente com o objetivo de familiarização em todas as oito direções, com cada um dos membros.

O examinado, em apoio unipodal e com a porção distal de seu outro hálux pintada com um marcador, foi orientado a mover seu pé o mais longe que pudesse, tocando da maneira mais suave possível a reta em questão. Depois o indivíduo retornava o membro próximo ao centro do teste, sendo permitido o apoio bipodal, por 10 segundos para descanso, antes de o paciente iniciar o alcance à próxima reta. Durante o teste, o paciente foi orientado a manter o pé totalmente apoiado no solo e as mãos fixas na cintura, para padronizar a posição dos membros superiores e evitar a tentativa de manter o equilíbrio com a ajuda desses. Ao completar o alcance de todas as retas, o examinador, único para todas as avaliações, mensurava utilizando uma fita métrica graduada em cm, a distância do centro do teste até a marca deixada pelo toque do hálux na reta. Os indivíduos foram solicitados a repetir três vezes as oito direções com cada membro e foi calculada uma média das três aferições.

O valor do alcance durante o teste era invalidado nas seguintes situações: 1) caso o examinado retirasse o calcâneo do pé de apoio do solo, 2) o pé de apoio tivesse saído da intersecção das retas (centro), 3) o indivíduo não conseguisse tocar na reta, 4) realizasse descarga de peso no hálux ao tocar a reta, 5) retirasse as mãos da cintura ou (6) perdesse o equilíbrio de qualquer forma. Caso os pacientes não realizassem o teste de forma adequada, eram-lhes permitidos 10 segundos de descanso antes de nova tentativa de alcance da reta.

Análise estatística

O teste utilizado para verificar a normalidade e a homogeneidade dos grupos foi Kolmogorov-Smirnov (K-S). Para análise dos dados utilizou-se o teste *t* de Student pareado, para comparação das diferentes retas. A comparação entre os grupos foi realizada através do ANOVA e pós-teste de Tukey, o valor de significância foi $p < 0,05$.

RESULTADOS

O grupo controle (GC) foi composto por 10 pessoas, sendo sete homens e três mulheres, com média de idade de $26,6 \pm 6,04$ anos, índice de massa corpórea (IMC) médio de $23,81 \pm 4,34$ kg/m², no qual cinco relataram maior estabilidade em apoio unipodal no MID e cinco no MIE. No grupo lesão (GL), também com 10 indivíduos, oito eram homens e duas eram mulheres, com média de idade de $24,8 \pm 7,13$ anos, IMC médio de $24,05 \pm 4,37$ kg/m², referindo sete indivíduos maior estabilidade em apoio unipodal no MID e três no MIE.

No GL o tempo médio de lesão do LCA (unilateral) foi de $95,14 \pm 65,29$ semanas, $23,16 \pm 2,03$ semanas de reconstrução ligamentar e em média $22,15 \pm 3,31$ semanas em protocolo de reabilitação da ISCMSP. O mecanismo de lesão mais comum foi traumático (oito pessoas), porém também ocorreu lesão por trauma (duas pessoas), sendo que seis indivíduos tiveram o LCA direito acometido e quatro o esquerdo. A aplicação do teste foi realizada em média com 22,15 semanas de fisioterapia (Tabela 1). A amostra utilizada passou no teste de normalidade e foi determinada como homogênea (K-S) devido à ausência de diferença estatística referente à idade ($p = 0,5$) e ao IMC (0,9) dos grupos. Para o GL, das oito retas analisadas entre o lado lesado e o sadio, não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$). O valor médio das oito retas no membro lesado foi de $73,66 \pm 8,13$ cm e no membro sadio de $74,43 \pm 8,31$ cm (Tabela 2).

Tabela 1 – Características demográficas do Grupo Controle e do Grupo Lesão

	GC	GL
Média de idade	26,6	24,8
Sexo	7 H - 3 M	8 H - 2 M
IMC (kg/m ²)	23,81	24,05
Membro acometido	0	6 MID - 4 MIE
Lesão	0	95,14*
Cirurgia	0	23,16*
Fisioterapia	0	22,15*

IMC = índice de massa corpórea; H = Homens; M = Mulheres; MID = membro inferior direito; MIE = membro inferior esquerdo; *média em semanas.

No GC, ao comparar os lados direito e esquerdo, não houve alterações estatisticamente significativas ($p > 0,05$). A média geral no MID foi de $71,12 \pm 7,46$ cm e no MIE de $71,52 \pm 8,22$ cm (Tabela 3).

Na comparação entre grupos, não houve diferença significativa (Gráfico 1).

Tabela 2 – Comparação dos valores médios do SEBT no Grupo Lesão, membro lesado versus membro sadio (intragrupo)

Direção das Retas	Valores Médios do SEBT (Média ± DP)	
	Lesado	Sadio
AL	60,38 ± 6,15	59,47 ± 8,19
ANT	69,86 ± 7,16	70,18 ± 5,45
AM	73,58 ± 6,06	74,79 ± 5,32
MD	78,04 ± 7,31	78,67 ± 6,17
PM	82,35 ± 9,10	82,74 ± 8,01
PO	84,57 ± 9,48	84,48 ± 9,74
PL	74,44 ± 10,14	77,41 ± 8,88
LAT	66,04 ± 9,55	67,73 ± 10,23
Valor médio	73,66 ± 8,13	74,43 ± 8,31

AL = ântero-lateral; ANT = anterior; AM = ântero-medial; MD = medial; PM = pôstero-medial; PO = posterior; PL = pôstero-lateral; LAT = lateral.

Tabela 3 – Comparação dos valores médios do SEBT no Grupo Controle, MID Vs MIE (intragrupo)

Direção das Retas	Valores Médios do SEBT (Média ± DP)	
	MID	MIE
AL	58,40 ± 9,40	59,12 ± 9,63
ANT	69,22 ± 7,72	69,50 ± 7,90
AM	73,82 ± 7,00	74,41 ± 7,81
MD	76,05 ± 9,36	77,39 ± 9,93
PM	78,08 ± 12,15	79,66 ± 13,42
PO	79,76 ± 13,96	81,21 ± 15,45
PL	70,82 ± 15,53	69,78 ± 15,80
LAT	62,79 ± 14,55	61,05 ± 14,80
Valor médio	71,12 ± 7,46	71,52 ± 8,22

AL = ântero-lateral; ANT = anterior; AM = Antero-medial; MD = medial; PM = pôstero-medial; PO = posterior; PL = pôstero-lateral; LAT = lateral.

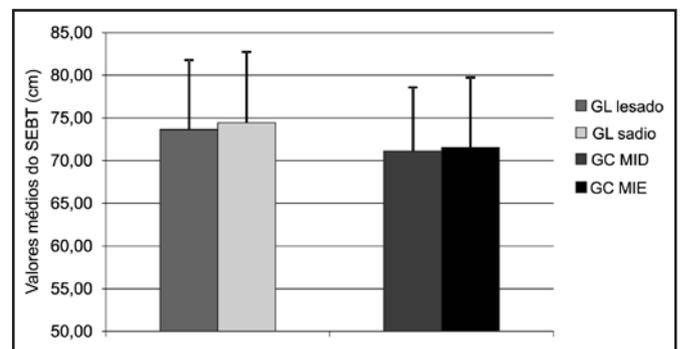


Gráfico 1 – Comparação dos valores médios do SEBT intragrupos e intergrupos (Grupo Lesão e Grupo Controle).

GL lesado = membro comprometido do grupo lesão; GL sadio = membro sadio do grupo lesão; GC MID = membro inferior direito do grupo controle; GC MIE = membro inferior esquerdo do grupo controle

DISCUSSÃO

A análise estatística do teste de controle neuromuscular não demonstrou diferenças significativas entre o grupo controle e o grupo de pacientes em pós-reconstrução de LCA.

Diversos estudos descrevem a presença de redução da acuidade proprioceptiva após lesão ou reconstrução do LCA, evidenciada por meio de testes estáticos^{5,24,25} e dinâmicos⁹. Embora a maior parte das pesquisas utilize testes estáticos para avaliação proprioceptiva, optou-se por utilizar um teste dinâmico (SEBT), devido ao recrutamento de posicionamento articular e contração muscular ser semelhante ao que os pacientes realizam durante as suas atividades e práticas esportivas²⁶.

No GL em oito dos 10 pacientes a ruptura do LCA ocorreu de forma atraumática, estando próximo aos 70% das lesões sem contato descrito por Hashemi e col.²⁷. Essas geralmente ocorrem em situações que envolvam força excêntrica dos extensores do joelho, sendo assim, torna-se interessante o uso do SEBT como instrumento de avaliação, já que o mesmo recruta atividade excêntrica de músculos do quadril, do joelho e do tornozelo²⁶.

No presente estudo, a não detecção de alterações proprioceptivas significativas pode indicar que o protocolo de reabilitação empregado foi efetivo na amenização ou reversão dos déficits proprioceptivos. A hipótese de que o treinamento sensório-motor é capaz de melhorar a acuidade proprioceptiva encontra respaldo na literatura científica^{7,9,28}.

Em pesquisa que investigou o controle neuromuscular de indivíduos pós-reconstrução de LCA e o retorno ao esporte, foi demonstrada a presença de alterações proprioceptivas antes da cirurgia e posterior melhora após o retorno ao esporte⁹. O treinamento de controle neuromuscular proporcionou melhora da estabilidade dinâmica dos pacientes, resultados que corroboram com os achados do presente estudo.

Desta forma, os valores semelhantes encontrados entre o GL e o GC são justificados pelos objetivos do treinamento de controle neuromuscular, proporcionando resposta mais rápida e eficaz no tempo de ativação muscular pelo sistema nervoso, aumento da estabilidade articular dinâmica, reaprendizado de padrões de movimentos e destreza, além da regeneração gradual de mecanorreceptores e da reinervação do LCA reconstruído⁵.

No entanto, a literatura não é unânime em relação aos efeitos do treinamento sensório-motor. Zhou e col.²⁵ constataram a persistência de déficit proprioceptivo 24 semanas após a reconstrução ligamentar e treino sensório-motor. Porém diferente do presente estudo, estes autores utilizaram um dinamômetro isocinético para avaliação (avaliação estática).

O comprometimento do sistema neuromuscular também foi encontrado por Artioli, Portolez e Bertolini¹² em lesões de joelho e de tornozelo utilizando o SEBT. Porém, a avaliação foi realizada em um tempo médio de 6,7 semanas. Os pacientes do presente estudo encontravam-se em período avançado de treino de controle neuromuscular no protocolo de reabilitação (média 22,15 semanas), sendo esta talvez a razão de não ter sido encontradas diferenças significativas ao comparar a acuidade proprioceptiva do membro lesado com a do membro sadio no GL.

Gribble e Hertel²⁰ descreveram não haver dados significativos com relação ao tipo de pé (cavo ou plano) e a amplitude de movimento

em influenciar a realização do teste, sendo assim, o presente estudo não realizou nenhuma avaliação referente a estes fatores.

Em dois estudos realizados em coelhos e que investigaram a regeneração dos mecanorreceptores no LCA reconstruído *in vivo*, observou-se que a regeneração dos mecanorreceptores ocorreu em oito semanas e entre 10 e 20 semanas, respectivamente^{29,30}. Sendo assim, optou-se por realizar a avaliação a partir de 15 a 20 semanas, devido os pacientes encontrarem-se em treino sensório-motor avançado e já que a literatura descreve melhora em até mesmo seis a sete semanas após treino de equilíbrio¹¹.

Limitações do estudo

Esse estudo teve um número pequeno de indivíduos, o que dificultou determinar se a ausência de acometimento sensório-motor ocorreu pelo treino de controle neuromuscular empregado ou se o SEBT não foi sensível a essa alteração pós reconstrução do LCA em contraste com outro estudo que encontrou diferença intergrupos (LCA deficiente)³.

A aplicação do teste antes da reparação cirúrgica, em fase inicial de reabilitação e durante o treinamento sensório-motor avançado, representaria melhor a sensibilidade do SEBT ao comprometimento do controle neuromuscular após reconstruções do LCA e comprovaria a hipótese de que o paciente é beneficiado após a prática de treino específico de controle neuromuscular.

CONCLUSÃO

Na avaliação do SEBT, para a amostra estudada, não foram encontradas diferenças significativas entre indivíduos em treino de controle neuromuscular avançado pós-reconstrução do LCA e voluntários sem lesão.

AGRADECIMENTOS

Aos fisioterapeutas José Luiz Marinho Portolez (UNISANTA-Santos-SP) por ter nos apresentado o SEBT, Gladson Ricardo Flor Bertolini (UNIOESTE-Cascável-PR) pela análise estatística e Humberto Leal Cruz Neto (UFRJ) pela assistência na correção e formatação desse manuscrito.

REFERÊNCIAS

1. Beynon BD, Johnson RJ, Abate JA, et al. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, Part I. *Am J Sports Med* 2005;33(10):1579-602.
2. Greve JMD. Tratado de medicina de reabilitação. São Paulo: Roca; 2007. p. 229-32, 997-1004, 1045-6.
3. Herrington L, Hatcher J, Hatcher A, et al. A comparison of star excursion balance test reach distance between ACL deficient patients and asymptomatic controls. *Knee* 2009;16(2):149-52.
4. Prentice WE, Voight ML. Técnicas em reabilitação musculoesquelética. Porto Alegre: Artmed; 2007. p. 102-3; 128-9, 509.
5. Risberg MA, Mork M, Jenssen HK, et al. Design and implementation of a neuromuscular training program following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001;31(11):620-31.
6. Andrews JR, Harrelson GL, Wilk KE. Reabilitação física do atleta. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005. p. 419-20.
7. Risberg MA, Holm I. The long-term effect of 2 postoperative rehabilitation programs after anterior cruciate ligament reconstruction.

- Am J Sports Med 2009;37(10):1958-66.
8. Andrews JR, Harrelson GL, Wilk KE. Reabilitação física do atleta. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000. p. 137-46.
 9. Williams GN, Snyder-Mackler L, Barrance PJ, et al. Neuromuscular function after anterior cruciate ligament reconstruction with autologous semitendinosus-gracilis graft. *J Electromyogr Kinesiol* 2005;15(2):170-80.
 10. Aquino CF, Viana SO, Fonseca ST, et al. Mecanismos neuromusculares de controle da estabilidade articular. *R Bras Ci e Mov* 2004;12(2):35-42.
 11. Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, et al. Star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006;36(12):911-9.
 12. Artioli DP, Portolez JLM, Bertolini GRF. Star excursion balance test application in subjects with lower limb injury undergoing a physiotherapeutic treatment. *Fiep Bulletin* 2010;80(2):105-9.
 13. Earl JE, Hertel J. Lower-extremity muscle activation during the star excursion balance tests. *J Sport Rehabil* 2001;10(1):93-104.
 14. Hertel J, Miller SJ, Denegar CR. Intratester and intertester reliability during the star excursion balance tests. *J Sport Rehabil* 2000;9(2):104-16.
 15. Olmsted LC, Hertel J. Influence of foot type and orthotics on static and dynamic postural control. *J Sport Rehabil* 2004;13(1):54-66.
 16. Hale SA, Hertel J, Olmsted-kramer LC. The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007;37(6):303-11.
 17. Olmsted LC, Carcia CR, Hertel J, et al. Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *J Athl Train* 2002;37(4):501-6.
 18. Gribble PA, Hertel J, Denegar CR, et al. The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control. *J Athl Train* 2004;39(4):321-9.
 19. Gribble PA, Hertel J, Denegar CR, et al. CAI and fatigue affect dynamic postural control. *Int J Sports Med* 2007;28(3):236-42.
 20. Gribble PA, Hertel J. Considerations for normalizing measures of the star excursion balance test. Measurement in physical education and exercise. *Science* 2003;7(2):89-100.
 21. Hubbard TJ, Kramer LC, Denegar CR, et al. Contributing factors to chronic ankle instability. *Foot Ankle Int.* 2007;28(3):343-54.
 22. Hertel J, Braham RA, Hale SA, et al. Simplifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006;36(3):131-7.
 23. World Health Organization. In: BMI classification [acesso em 10/02/2010]. Disponível em: <http://apps.who.int/bmi/index.jsp>.
 24. Reider B, Arcand MA, Diehl LH, et al. Proprioception of the knee before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2003;19(1):2-12.
 25. Zhou M, Gu L, Chen Y, et al. Factors affecting proprioceptive recovery after anterior cruciate ligament reconstruction. *Chin Med J* 2008;121(22):2224-8.
 26. Zebis MK, Andersen LL, Bencke J, et al. Identification of athletes at future risk of anterior cruciate ligament ruptures by neuromuscular screening. *Am J Sports Med* 2009;37(10):1967-73.
 27. Hashemi J, Breighner R, Jang T, et al. Increasing pre-activation of the quadriceps muscle protects the anterior cruciate ligament during the landing phase of a jump: an in vitro simulation. *Knee* 2010;17(3):235-41.
 28. Moezy A, Olyaei G, Hadian M, et al. A comparative study of whole body vibration training and conventional training on knee proprioception and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med* 2008;42(5):373-8.
 29. Shimizu T, Takahashi T, Wada Y, et al. Regeneration process of mechanoreceptors in the reconstructed anterior cruciate ligament. *Arch Orthop Trauma Surg* 1999;119(7-8):405-9.
 30. Wada Y, Takahashi T, Michinaka Y, et al. Mechanoreceptors of patellar tendon used for ACL reconstruction. *Acta Orthop Scand* 1997;68(6):559-62.