

# Reeducação proprioceptiva nas lesões do ligamento cruzado anterior do joelho \*

TANIA CLARETE F. VIEIRA S. SAMPAIO<sup>1</sup>JOSÉ MÁRCIO GONÇALVES DE SOUZA<sup>2</sup>

## RESUMO

A reeducação proprioceptiva do joelho tornou-se imperativa nas lesões do ligamento cruzado anterior (LCA), uma vez que, após a lesão, há necessidade de se desenvolver uma capacidade adaptativa dos numerosos mecanorreceptores que existem no joelho, para fornecer ao sistema nervoso central informações de posição, movimento e stress articular. Os autores deste trabalho divulgam um método de reeducação proprioceptiva aplicado em 247 pacientes com lesão do LCA e secundariamente apresentam uma técnica de avaliação proprioceptiva. Enfatizam a importância desse método no processo de reabilitação de pacientes com lesão do LCA, com ou sem reconstrução. O objetivo é devolver a esses pacientes a habilidade, agilidade e confiança, através do aumento da velocidade da resposta de defesa e da estabilidade articular. Como dado subjetivo, relatam a perda do medo que os pacientes adquirem quando da lesão.

## SUMMARY

*Proprioceptive reeducation in lesions of the anterior cruciate ligament of the knee*

*The proprioceptive reeducation of the knee has become imperative in the lesions of the anterior cruciate ligament (ALC) being that, after the injury, there is a necessity to develop an adaptative capacity of the numerous mechanoreceptors that exist in the knee, to furnish the*

*central nervous system information concerning sense of position, motion and articular stress. The authors present a method of proprioceptive reeducation applied in 247 patients with ACL lesions and secondly they introduce a technique of proprioceptive assessment. They emphasize the importance of this method in the process of rehabilitation of patients with or without reconstruction. The objective is to give back to these patients the ability, agility and confidence through the increase of the velocity of defense response and of the articular stability. As subjective data they report the loss of fear that the patients acquired at the time of injury.*

## INTRODUÇÃO

Reeducação proprioceptiva do joelho, também nomeada reeducação sensório-motora ou reprogramação neuromuscular proprioceptiva, e uma atividade da reabilitação que visa desenvolver e/ou melhorar a proteção articular através de condicionamento e treinamento reflexivo.

As estruturas músculo-cápsulo-menisco-ligamentares do joelho, além da função estabilizadora mecânica da articulação, são sede de corpúsculos mecanorreceptores, também chamados de proprioceptores, que constituem o órgão sensorial dessa articulação<sup>(5,6,8,19,23)</sup>.

Os mecanorreceptores oferecem informações para o sistema nervoso central sobre as mudanças de posição, movimento e stress articular e, num determinado tempo de resposta, o cérebro inicia reflexo de contração da musculatura em torno do joelho, criando um campo de proteção e estabilização dessa articulação.

Em estudos anatômicos do joelho humano, foram encontradas fibras nervosas penetrando os ligamentos cruzados<sup>(13)</sup>. Receptores tipo Golgi foram identificados nas inserções do LCA<sup>(17,18)</sup> e mais especificamente na superfície desse ligamento<sup>(27)</sup>. Mais recentemente, foram

\* Trab. realiz. na "SPORTS" — Centro de Reabilitação (Hospital Ortopédico) e no Serv. de Fisioter. do Hosp. Belo Horizonte — Belo Horizonte, MC.

1. Coordenadora da "SPORTS" — Centro de Reabilitação (Hosp. Ortopédico); Fisioterapeuta do Hosp. Belo Horizonte.  
2. Chefe do Grupo de Joelho e Cirurgia Artroscópica dos Hosp. Ortop. e Belo Horizonte.

descobertos receptores tipo Ruffini, Golgi e Paccini, que, em disseções, mostraram ocupar 1% da área do LCA<sup>(10,28)</sup>.

A perda de informação proprioceptiva no joelho, em decorrência de lesão do LCA, contribui para o agravamento da instabilidade devido à diminuição da sensação de posição e pela ausência do estímulo para a contração muscular reflexa<sup>(3,17,21,22,30)</sup>.

Por outro lado, apesar da lesão do LCA e da perda de informação aferente dos mecanorreceptores localizados nesse ligamento, existem nas demais estruturas do joelho inúmeras outras fontes de informação proprioceptiva, que através de treinamento específico de coordenação neuromuscular podem suprir a demanda da reação muscular necessária para o controle dinâmico da articulação lesada<sup>(15)</sup>.

Existe, portanto, forte indicação de se reprogramar a ação proprioceptiva do joelho lesionado no seu LCA. É consenso que o treinamento muscular simples não aumenta a velocidade da reação muscular, mas que o controle muscular dinâmico tem o potencial de diminuir o tempo de resposta da reação muscular e quanto menor esse tempo, menor será o *stress* sobre as estruturas ósseas, musculares, meniscais e ligamentares do joelho.

Em 1987, introduzimos no protocolo de reabilitação dos pacientes com lesões traumáticas do joelho a reeducação proprioceptiva. Baseados na experiência adquirida nesse período de sete anos, propomos neste trabalho apresentar método de aplicação da reeducação proprioceptiva para pacientes portadores de lesão do LCA do joelho. Secundariamente, apresentamos uma técnica de avaliação proprioceptiva para o joelho, que temos usado nos casos por nos reabilitados.

## CASUÍSTICA E MÉTODO

Nos serviços de fisioterapia do Centro de Reabilitação "SPORTS" (Hospital Ortopédico) e do Hospital Belo Horizonte, foram reabilitados 496 pacientes com lesões ligamentares do joelho, no período de 1987 a 1993, dos quais 201 se submeteram a reconstrução ligamentar. As técnicas de reeducação proprioceptivas foram aplicadas em 247 pacientes, sendo que 181 tiveram reconstrução ligamentar e 66 foram reabilitados sem a reconstrução.

### Método de aplicação da reeducação proprioceptiva

O método de aplicação da reeducação proprioceptiva nos joelhos com lesão do LCA e baseado em quatro

fatores: 1) exercícios com estímulos especiais; 2) progressividade e dificuldade dos exercícios; 3) critérios de habilidade; 4) avaliação proprioceptiva.

1) Os *exercícios com estímulos especiais* são aqueles que usam o desequilíbrio provocado e controlado para produzir maior número de informações proprioceptivas ao nível do joelho. Os exercícios usam equipamentos simples para produzir os estímulos (planos inclinados, prancha oscilante de Dotte, aparelho de Freeman, tábua de equilíbrio, cama elástica, *skates*, etc.).

2) A *progressividade e a dificuldade dos exercícios* permitem levar o paciente a um treinamento controlado, de exercícios mais simples para os mais difíceis, com caráter repetitivo, até atingir um nível de habilidade compatível com sua atividade.

3) A *habilidade* é a capacidade do paciente em fazer os exercícios e de evoluir para exercícios de maior complexidade. Essa habilidade é dividida em três graus de dificuldade, correspondendo ao grau I os exercícios leves, ao grau II os exercícios moderados e ao grau III os avançados.

O paciente, para passar de um grau para o seguinte, tem que ter desenvoltura perfeita nos exercícios, com flexibilidade, coordenação e trofismo muscular, e não apresentar dor e/ou derrame articular. O tempo que o paciente passa por cada um dos graus depende de sua habilidade prévia, de sua motivação e dedicação aos exercícios, bem como do tipo e evolução do tratamento de sua lesão.

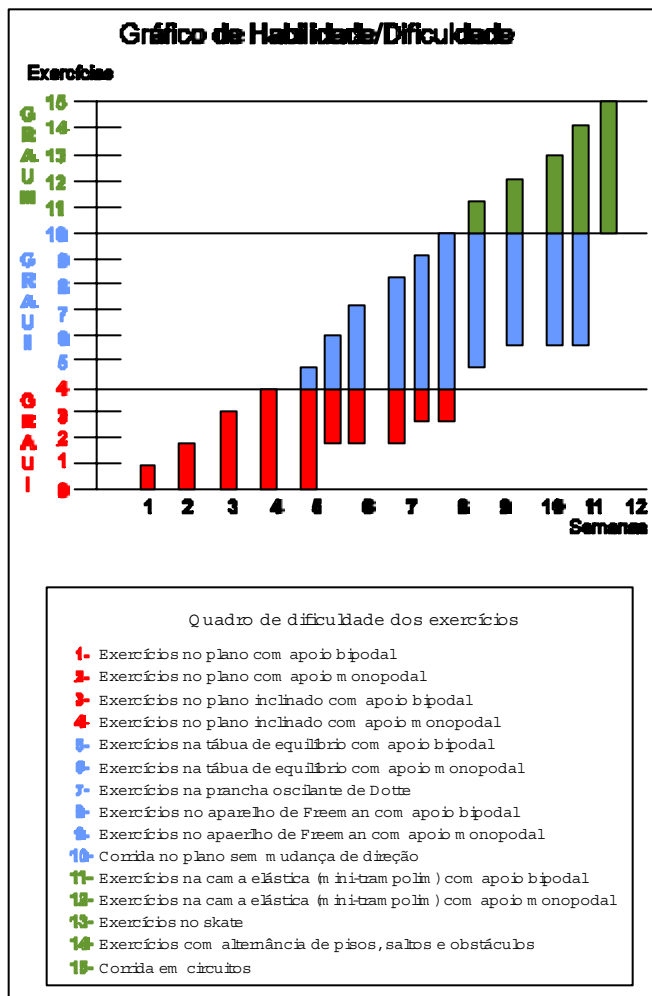
O grau I da reeducação proprioceptiva inicia-se logo após a 4ª semana do nosso protocolo de reabilitação do joelho pós-reconstrução do LCA<sup>(9)</sup>. Nos casos de joelhos com lesão do LCA sem reconstrução, o início é após dez sessões de preparação muscular.

Os exercícios de reeducação proprioceptiva do grau I são caracterizados por serem executados no plano e em planos inclinados. Esses exercícios evoluem do apoio bipodal para o monopodal, com ou sem auxílio da visão, feitos em vários ângulos de flexão do joelho e com desequilíbrio **que** pode ser provocado ou autoprovocado (figs. 1 e 2).

Os exercícios do grau II são basicamente aqueles que se fazem em planos instáveis e a corrida no plano sem mudança de direção. Iniciamos os exercícios pela tábua de equilíbrio, evoluindo para a prancha oscilante de Dotte e depois para o aparelho de Freeman. Esses exercícios são executados como o grau I, variando o



*Figs. 1 e 2 — Exercícios grau I; 3, 4 e 5 — Exercícios grau II; 6 — Exercícios graus II e III com resistência variada; 7 e 8 — Exercícios grau III.*



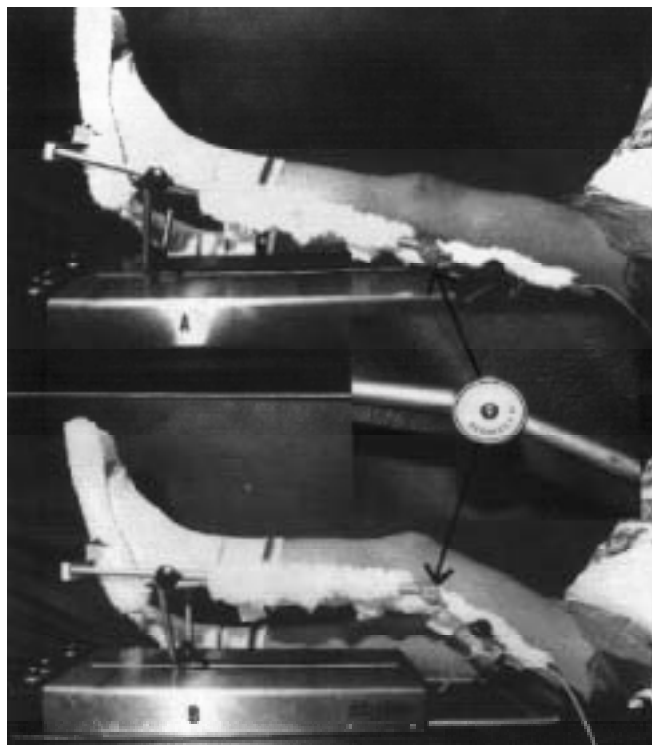
**Gráfico 1**  
apoio, visão, angulação do joelho de desequilíbrio (figs. 3, 4 e 5).

Os do grau III são exercícios avançados, quando se utiliza a cama elástica (minitrampolim), o skate e se introduz a alternância de pisos, saltos, obstáculos e a corrida com mudança de direção (figs. 7 e 8). (Ver o gráfico de habilidade/dificuldade, no qual se correlacionam os exercícios com tempo de aplicação em semanas).

Para completar as informações sobre o método de aplicação da reeducação proprioceptiva, é necessário referir alguns tópicos.

Os exercícios usados na reeducação proprioceptiva são predominantemente feitos em cadeia cinética fechada, que é a melhor forma de exercícios para o joelho após a reconstrução do LCA.

O uso de tubos de borracha ou faixas elásticas é a forma de contrapor uma resistência variada aos exercí-



**Fig. 9** – Teste proprioceptivo CPM: A) joelho em extensão completa - 0°; B) joelho em flexão de 40°; C) mostrador do aparelho que marca o ângulo real do movimento.

cios, o que favorece o fortalecimento da musculatura (fig. 6).

Para o atleta de mais alto nível, é necessário um treinamento especial, porque os exercícios de treinamento muscular simples não melhoram o tempo de resposta da reação muscular que eles necessitam para seu desempenho. Assim, tanto os exercícios dinâmicos controlados (*Dynamic Joint Control Training*), como os exercícios pliométricos, caracterizados como exercícios de explosão muscular ou de movimento rápido e potente, dão especificidade ao treinamento.

4) **Avaliação proprioceptiva.** Para avaliar a propriocepção dos pacientes, desenvolvemos um teste no qual se usa aparelho de movimentação passiva contínua, o CPM (*Continuous Passive Motion-Stryker-Leg Exerciser 325*).

**Teste proprioceptivo CPM**

Sem fazer qualquer modificação no equipamento original, colocamos o paciente em posição supina com o membro inferior corretamente apoiado na braçadeira. O aparelho é então ligado e provocamos um movimento contínuo, lento (veloc. 1,5 graus/seg) entre 0° e 40°

de flexão do joelho. Pedimos ao paciente que de olhos fechados observe a sensação de movimento do seu joelho. Os dados para o teste procedem da informação dada pelo paciente do ângulo de flexão do seu joelho ao interrompermos aleatoriamente o movimento do aparelho (fig. 9).

Para facilitar a informação, atribuímos à extensão completa o valor 0 e à flexão de 40° o valor 8 (ver tabela abaixo):

|       |    |    |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Graus | 0° | 5° | 10° | 15° | 20° | 25° | 30° | 35° | 40° |
| Valor | 0  | 1  | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |

Assim, solicitamos ao paciente que, após ter durante algum tempo sentido o movimento e os seus limites, indique sua percepção do grau de flexão do joelho através de numerais entre 0 e 8. Realizamos uma série com dez interrupções de movimento, que também é executada no joelho normal, para efeito de comparação.

Anota-se o ângulo marcado no mostrador do aparelho como sendo o *ângulo real* e a informação do paciente como ângulo percebido.

O fator de medida da avaliação é a *imprecisão* da informação. A imprecisão é a diferença entre o ângulo percebido e o ângulo real de flexão quando da interrupção do movimento.

Ambos os joelhos são medidos e a imprecisão final e expressa como o valor da imprecisão do joelho operado menos a do joelho normal.

## DISCUSSÃO

Sabemos que o trauma, as grandes incisões, derrames, dor, imobilizações e fibrose cicatricial alteram a informação proprioceptiva do joelho, diminuindo o campo de proteção muscular e a estabilidade dessa articulação.

Atualmente, a propriocepção do joelho, principalmente na presença de lesões do LCA, tem sido mais pesquisada do que o papel biomecânico do LCA no joelho<sup>(16,25,30)</sup>.

Não existe uma definição consensual da propriocepção, mas Gaiarsa<sup>(12)</sup>, filosoficamente, diz ser “a sensação de si mesmo”. Pode-se dizer que a propriocepção tem três componentes: uma consciência estática da posição do joelho (sensação de posição), uma consciência cinestésica que detecta movimento e aceleração e, finalmente, uma atividade eferente em circuito fechado, pa-

ra obter reflexo de resposta e controle da contração muscular<sup>(4)</sup>.

Grüber & col.<sup>(14)</sup> demonstraram eletrofisiologicamente a existência de um arco reflexo entre o LCA e os músculos isquiotibiais. Schutte & col.<sup>(28)</sup> afirmam que a lesão do LCA não somente priva o joelho de um forte elemento estabilizador mas também resulta num certo grau de desnervação da articulação, pela perda do sistema neural aferente intraligamentar. Corrigan & col.<sup>(7)</sup> demonstraram diminuição da sensação de posição e da percepção do movimento em pacientes com lesão do LCA e assinalaram significativa deficiência na contração relativa isquiotibiais-quadríceps.

Assim, aliada à reconstrução ligamentar do LCA, que tenta restaurar a estabilidade articular, a reabilitação do joelho normaliza a excursão do movimento e restaura o condicionamento muscular, dando condições de função mais próxima do normal ao joelho. Como parte complementar da reabilitação, a reeducação proprioceptiva age como um treinamento reflexivo que visa melhorar e aumentar a qualidade e a velocidade da resposta de proteção muscular, dando condicionamento e capacidade adaptativa que funcione como mecanismo de defesa articular.

Utilizamos a reeducação proprioceptiva em várias patologias do joelho e também em outras articulares, porém a maior indicação é na reabilitação do joelho deficiente da ação do LCA, com ou sem reconstrução ligamentar.

O método da reeducação que aplicamos foi desenvolvido acompanhando todo o potencial de exercícios que se apresentaram em publicações, estudos e na prática diária em nossos e outros serviços.

Os exercícios com estímulos especiais de desequilíbrio foram adaptados para serem executados em cadeia cinética fechada<sup>(11)</sup>, em que existe sempre uma co-contratação do quadríceps e isquiotibiais, minimizando a translação anterior da tibia e dando sincronismo aos movimentos do quadril, joelho e tornozelo.

Introduzimos também no método os exercícios com resistência variada, utilizando tubos de borracha e faixas elásticas, na busca de maior resposta de força e massa muscular. O método também privilegia o esportista de alto nível, acrescentando treinamento especial de propriocepção avançada de acordo com Ihara & col.<sup>(15)</sup> e os exercícios de explosão muscular, chamados de pliométricos, muito bem difundidos por Wilk & col.<sup>(31)</sup>.

O tempo de aplicação do método é de três meses, variando de acordo com as condições do paciente, da sua habilidade prévia, do tipo de lesão do LCA (completa ou parcial), do tipo de reconstrução e dos fatores indispensáveis à reconstrução: isometricidade, tensão adequada e fixação rígida do enxerto<sup>(9)</sup>. Um fator que pode retardar o início da aplicação do método é o acréscimo de suturas meniscais ao ato cirúrgico da reconstrução<sup>(26)</sup>.

Avaliamos nossos pacientes ao final da reabilitação usando critério objetivo e de maneira subjetiva através do questionário descrito por Noyes no trabalho de Shelbourne<sup>(29)</sup>.

Faltava-nos uma avaliação proprioceptiva do paciente. Inúmeros autores têm se interessado em avaliar a capacidade proprioceptiva das articulações, em especial a do joelho<sup>(1,2,4,20,24)</sup>.

Observa-se que alguns pacientes que ficaram com certa frouxidão ligamentar pós-reconstrução do LCA não tiveram dificuldade ao retornarem ao esporte; outros, porém, com avaliação objetiva satisfatória, boa ten-

são do enxerto e altos níveis de avaliação, continuaram com queixas de instabilidade e falseios. Barret<sup>(2,3)</sup> sugere que esses pacientes tenham uma articulação com pouco sentido de posição, ou seja, deficiência proprioceptiva.

A avaliação que apresentamos usando o aparelho CPM da Stryker, é simples, confiável e utiliza equipamento que já faz parte do esquema da reabilitação. Empregamos no teste o movimento de 0° a 40° porque é nessa excursão que o LCA é mais solicitado. Num futuro trabalho, esperamos mostrar que, após reconstrução ligamentar, pacientes que tenham bons níveis de precisão nas informações de sensação do movimento do seu joelho durante o teste terão também boa função e satisfação com o resultado do seu tratamento.

Finalmente, cabe destacar a constância em todos os relatórios da avaliação subjetiva dos pacientes, a informação de que a perda do medo no retorno às atividades e aos esportes foi a grande aquisição da reeducação proprioceptiva.

## REFERÊNCIAS

1. Barrack, R.L., Skinner, H.B. & Buckley, S.L.: Proprioception in the anterior cruciate deficient knee. *Am J Sports Med* 17: 1-6, 1989.
2. Barret, D.S.: Proprioception and function after anterior cruciate reconstruction. *J Bone Joint Surg [Br]* 73: 833-837, 1991.
3. Barret, D.S., Cobb, A.G. & Bentley, G.: Joint proprioception in normal, osteoarthritis and replaced knees. *J Bone Joint Surg [Br]* 73: 53-56, 1991.
4. Beard, D.J., Kyberd, P.J., Fergusson, C.M. & Dodd, C.A.F.: Proprioception after rupture of the anterior cruciate ligament. An objective indication of the need for surgery? *J Bone Joint Surg [Br]* 75: 311-315, 1993.
5. Boyd, I.A.: The histological structure of the receptors in the knee joint of the correlated with their physiological response. *J Physiol* 124: 476-488, 1954.
6. Clark, F.J. & Burgess, P.R.: Slowly adapting receptors in cat knee joint: can they signal joint angles? *J Neurophysiol* 38: 1448-1463, 1975.
7. Corrigan, J.P., Cashman, W.F. & Brady, M.P.: Proprioception in the cruciate deficient knee. *J Bone Joint Surg [Br]* 74: 247-250, 1992.
8. Finsterbush, A. & Friedman, B.: The effect of sensory denervation on rabbit's knee joints. *J Bone Joint Surg [Am]* 57: 949-955, 1975.
9. Fonseca, E.A., Sampaio, T.C.F.V.S. & Souza, J.M.G.: Reabilitação do joelho pós-reconstrução do ligamento cruzado anterior com tendão patelar. Protocolo acelerado. *Rev Bras Ortop* 27: 241-244, 1992.
10. Freeman, M.A.R. & Wyke, B.: Articular reflexes at the ankle joint. An electromyographic study of normal and abnormal influences of ankle-joint mechanoreceptors upon reflex activity in the leg muscles. *Br J Surg* 54: 990-1001, 1967.
11. Fu, F.H., Woo, S. & Irrgang, J.J.: Current concepts for rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction, *JOSPT* 15: 270-278, 1992.
12. Gaiarsa, J.A.: "As mil formas e funções do aparelho locomotor", in *Couraça Muscular do Caráter*, São Paulo, Ágora, 1984. Cap. 2, p. 24-25,
13. Gardner, E.: The innervation of the knee joint. *Anat Rec* 101: 103-130, 1948.
14. Grüber, J., Wolter, D. & Lierse, W.: Der vordere kreuzbandreflex (LCA-Reflex). *Unfallchirurg* 89: 551-554, 1986.
15. Ihara, H. & Nakayama, A.: Dynamic joint control training for knee ligament injuries. *Am J Sports Med* 14: 309-315, 1986.
16. Johansson, H., Sjolander, P. & Sojka, P.: A sensory role for the cruciate ligaments. *Clin Orthop* 268: 161-178, 1991.
17. Kennedy, J.C., Alexander, I.J. & Hayes, K.C.: Nerve supply of the human knee and its functional importance. *Am J Sports Med* 10: 329-335, 1982.
18. Kennedy, J.C., Weinberg, M.W. & Wilson, A.S.: The anatomy and function of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg [Am]* 56: 223-235, 1974.
19. Krause, W.: Histologische Notizen, *Centralblatt Medicinische Wissenschaften* 12: 401-403, 1974.

20. Marks, R., Quinney, H.A. & Wessel, J.: Proprioceptive sensibility in women with normal and osteoarthritic knee joints. *Clin Rheumatol* 12: 170-175, 1993.
21. Noyes, F.R., Moar, P.A., Matthews, D.S. & col.: The symptomatic anterior cruciate deficient knee. Part I: The long-term functional disability in athletically active individuals. *J Bone Joint Surg [Am]* 65: 154-162, 1983.
22. Noyes, F.R., Matthews, D.S., Moar, P.A. & col.: The symptomatic anterior cruciate deficient knee. Part II: The results of rehabilitation, activity modification, and counseling on functional disability. *J Bone Joint Surg [Am]* 65: 163-175, 1983.
23. O'Connor, B. & McConnaughey, S.: The structure and innervation of cat knee menisci and their relation to a "sensory hypothesis" of meniscal function. *Am J Anat* 153: 431-442, 1978.
24. Pitman, M.I., Nainzadeh, N., Menche, D., Gasalberti, R. & Song, E.K.: The intraoperative evaluation of the neurosensory function of the anterior cruciate ligament in humans using somatosensory evoked potentials. *Arthroscopy* 8: 442-447, 1992.
25. Pope, D.F., Cole, K.J. & Brand, R.A.: Physiologic loading of the anterior cruciate ligament does not activate quadriceps or hamstrings in the anaesthetised cat. *Am J Sports Med* 18: 595-599, 1990.
26. Sampaio, T.C.F.V.S., Souza, J.M.G. & Fonseca, E.A.: Reabilitação do joelho pós-sutura meniscal. *Rev Bras Ortop* 28: 295-298, 1993.
27. Schultz, R.A., Müller, D.C., Kerr, C.S. & Micheli, L.: Mechanoreceptors in human cruciate ligaments. An histological study. *J Bone Joint Surg [Am]* 66: 1072-1076, 1984.
28. Schutte, M.J., Dabezies, E.J. & Zimny, M.L.: Neural anatomy of the human cruciate ligament. *J Bone Joint Surg [Am]* 69: 243-247, 1987.
29. Shelbourne, K.D. & Nitz, P.: Accelerated rehabilitation after ACL reconstruction. *Am J Sports Med* 18: 292-299, 1990.
30. Solomonow, M., Baratta, R., Zhou, B.H. & col.: The synergistic action of the anterior cruciate ligament and thigh muscles in maintaining joint stability. *Am J Sports Med* 15: 207-213, 1987.
31. Wilk, K.E., Voight, M.L., Keirns, M.A., Gambetta, V., Andrews, J.R. & Dillman, C.J.: Stretch — shortening drills for the upper extremities: theory and clinical application. *JOSPT* 17: 225-239, 1993.