

**DESENVOLVIMENTO DA AMPLITUDE ARTICULAR PÓS-RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR**

Ewertton de Souza Bezerra<sup>1</sup>, Ingrid Dias<sup>2</sup>,  
Érica Queiroz da Silva<sup>3</sup>, Fábio Rodrigues José<sup>4</sup>,  
Roberto Simão<sup>2</sup>, Tiago Figueiredo<sup>2</sup>

**RESUMO**

O objetivo do presente estudo foi comparar a técnica de alongamento passivo com a técnica de facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) para recuperação da amplitude de movimento (AM) em indivíduos que realizaram cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior. Participaram do estudo 20 homens ( $32,56 \pm 6,62$  anos;  $74,44 \pm 10,54$  kg;  $1,71 \pm 0,06$  m) que passaram por cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior. A análise estatística foi realizada por teste t para amostras independentes e ANOVA one way com post hoc de Scheffe. Não foram encontradas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para a amplitude de movimento ao fim do período estudado, porém foram encontradas diferenças na evolução da AM no início do tratamento favoráveis a aplicação da FNP.

**Palavras-chave:** Amplitude de Movimento, Flexibilidade, Alongamento

1 - Universidade Federal do Amazonas - UFAM

2 - Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

3 - Centro Universitário Nilton Lins – Manaus - AM.

4 - Finasa Esportes; Universidade Bandeirantes; Laboratório de Biomecânica – EEFE – USP – São Paulo – SP

**ABSTRACT**

Recovery the range of motion after a reconstruction surgery of anterior cruciate ligament

The aim of this study was to compare passive stretching with neuromuscular proprioceptive facilitation (FNP) to recovery the range of motion (RM) after a reconstruction surgery of anterior cruciate ligament (ACL). Twenty sedentary men ( $32.56 \pm 6.62$  years;  $74.44 \pm 10.54$  kg;  $1.71 \pm 0.06$  m) who underwent surgery for ACL reconstruction with auto graft in a segment were observed during five weeks of treatment. A student t-test for independent samples and ANOVA One way were applied to meet the goals. In all cases it was adopted level of statistical significance  $p \leq 0.05$ . No statistically significant differences for the RM were found, but differences in development of RM were observed at second and third weeks in FNP group.

**Key Words:** Range of motion, Flexibility, Stretching

Endereço para correspondência:

Tc-figueiredo@uol.com.br  
ewsbezerra@yahoo.com.br  
ericaqueiroz10@yahoo.com.br  
fabiorodriguesj@hotmail.com  
Ingrid\_barbara@ig.com.br  
robertosimao@ufrj.br

## INTRODUÇÃO

As lesões de ligamento cruzado anterior (LCA) reduzem a ação contrátil da musculatura extensora do joelho, a amplitude articular, a capacidade de gerar torque, e alteram a co-ativação da musculatura antagonista devido às mudanças nos sistema proprioceptivo (Ageberg, 2002; Fatarelli, Almeida e Nascimento, 2004). Atualmente estima-se que em torno de 60 a 100 mil pessoas por ano são acometidas por esta lesão, sendo que as mesmas são tratadas de forma conservadora ou cirúrgica (Yasuda e Colaboradores, 2004; Lavah e Burks, 2005).

Os objetivos dos protocolos de reabilitação pós cirurgia de reconstrução do LCA nos primeiros 30 dias, são reduzir o edema articular, recuperar a força das musculaturas extensoras e flexoras do joelho e aumentar a amplitude de movimento (Fatarelli, Almeida e Nascimento, 2004). Para a recuperação da amplitude de movimento, duas técnicas de alongamento são habitualmente utilizadas, uma delas é o alongamento passivo, que consiste em conduzir a articulação até a sua amplitude máxima e sustentá-la por um período que pode variar entre 5 e 60 segundos, embora as melhores relações no desenvolvimento da amplitude de movimento tenham sido observadas em períodos com duração de 30 e 60 segundos, não havendo diferenças entre eles (Bandy e Irion, 1994; Roberts e Wilson, 1999; Davis e Colaboradores, 2005; Cipriani, Abel e Pirwitz, 2003). A segunda técnica de alongamento utilizada para aumentar a amplitude de movimento é a facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) que consiste em realizar uma contração isométrica da musculatura a ser alongada e logo depois conduzir a articulação até a sua amplitude máxima de movimento para que seja realizado o alongamento (Cornklius, 1990; Macnusson e Colaboradores, 1996).

Apesar da grande utilização destas duas técnicas de alongamento para o aumento da amplitude de movimento em indivíduos saudáveis, não há consenso na literatura sobre qual o método é mais adequado para o aumento da amplitude de movimento em indivíduos que passaram por reconstrução do LCA, pois não foram encontrados estudos comparativos com amostras que possuíam características similares a estudada. Desta

forma, o objetivo do presente estudo foi comparar a técnica de alongamento passivo com a FNP para recuperação da amplitude de movimento em indivíduos que realizaram cirurgia de reconstrução do LCA.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra

Participaram do estudo 20 homens ( $32,56 \pm 6,62$  anos;  $74,44 \pm 10,54$  kg;  $1,71 \pm 0,06$  m) todos começaram o programa de reabilitação entre o terceiro e quinto dia pós-cirurgia. A cirurgia de reconstrução do LCA foi realizada com auto-enxerto retirado do tendão dos músculos semitendinoso e grácil. Os participantes do estudo, foram informados e esclarecidos a respeito do procedimento, assinando um termo de consentimento livre e esclarecido para participação em pesquisa de acordo com a Resolução no 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Os indivíduos foram divididos em dois grupos, sendo o primeiro chamado de grupo alongamento passivo (GAP) e o segundo grupo de facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFNP). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Instituição (UFAM).

### Procedimento de Coleta

Para amenizar os efeitos dos diferentes protocolos de recuperação da amplitude de movimento pós cirurgia de reconstrução do LCA, os sujeitos foram submetidos ao mesmo programa de reabilitação no primeiros 30 dias, exceção feita para a técnica de ganho da amplitude. O tempo de intervenção foi de 4 semanas com 5 atendimentos por semana, completando 20 atendimentos.

### Medida da Amplitude de Movimento

Para mensuração da amplitude de movimento foi utilizada fotografia bidimensional com uma câmera digital (SONY®, DSC-S600, São Paulo, Brasil), posicionada em um tripé, com altura de 80cm a uma distância de 3 metros em relação aos indivíduos. Os resultados foram expressos em graus, para os movimentos de extensão e flexão do joelho operado (JO) e do joelho não operado (JNO).

Como pontos de referência, foram colocados marcadores esféricos de isopor com 2,5 centímetros de diâmetro, fixos no corpo com uma fita dupla-face, sendo posicionados na região do trocânter maior do fêmur, linha poplíteia e maléolo lateral, pontos anatômicos que permitiriam reconstrução do ângulo da articulação do joelho. As análises das fotografias foram realizadas através do software SAPO® (Sistema de Avaliação Postural, São Paulo, Brasil) versão 0.63, que possibilitou o cálculo dos ângulos a partir das marcas anatômicas.

Para avaliação da amplitude de movimento os sujeitos se apresentaram com roupas de banho, para que os marcadores dos pontos anatômicos pudessem ser fixos e conseqüentemente melhores visualizados durante a leitura dos dados. A região de fixação dos marcadores recebeu limpeza com algodão e álcool para que fosse retirada a oleosidade da pele, permitindo melhor aderência da fita dupla face. As avaliações foram realizadas antes do início do tratamento, na sexta, décima primeira, décima sexta sessão e ao final da vigésima sessão.

Durante a avaliação da extensão dos joelhos, os indivíduos foram posicionados sentados em uma cadeira com o quadril e joelho fletidos a 90°. Para a avaliação da flexão do joelho os indivíduos permaneceram em decúbito ventral e as articulações ficavam posicionadas a 180°, desta forma o resultado final seria a diferença entre a posição final da perna e a inicial (0°) para ambos os movimentos, que foram realizados de forma ativa.

### **Treinamento de Flexibilidade**

Visando o aumento da amplitude de movimento o GAP realizou alongamento com sustentação por 30 segundos na amplitude máxima alcançada, tanto para musculatura anterior, quanto para a posterior da articulação do joelho. Para o alongamento do quadríceps o sujeito foi posicionado em decúbito ventral sendo a articulação conduzida até a amplitude máxima e sustentada nesta posição até o término do tempo estipulado. Durante o alongamento dos isquiostibiais o sujeito encontrava-se em decúbito dorsal sendo realizado uma flexão da articulação do quadril com a articulação do joelho estendida.

No GFNP as posições adotadas para o alongamento foram as mesmas, porém com modificação da técnica, que consistiu na condução da articulação ao limite máximo suportado pelo sujeito, onde o avaliador pedia para o avaliado realizar um contração muscular no sentido contrário a força exercida pelo avaliador, que impedia o movimento para que fosse realizada uma contração isométrica. O período estabelecido para esta contração foi de oito segundos. Ao final da contração havia uma nova condução do membro à posição inicial e imediatamente após este retorno era realizado o alongamento.

Os exercícios de alongamento passivo e FNP foram realizados na seguinte seqüência: na primeira semana quatro, na segunda semana cinco, na terceira semana seis e na última semana sete séries para o membro operado, com 30 segundos de intervalo entre as séries.

### **Tratamento Complementar**

Para redução do edema articular foram inclusos 20 minutos de crioterapia (gelo) no início e ao término do atendimento foram realizados 10 minutos de massagem cicatricial e cinco minutos de mobilização patelar, estes procedimentos foram aplicados aos dois grupos. Para auxiliar o ganho de amplitude de movimento, nas duas primeiras semanas, foram realizadas 10 repetições de exercícios passivos de flexo-extensão da articulação do joelho por ambos os grupos.

Para o fortalecimento da musculatura anterior e posterior da articulação do joelho foram utilizados exercícios ativos realizados com o auxílio da bola suíça (três séries de 10 repetições com 45 segundos de intervalo), além de exercícios com contração isométrica do quadríceps com duas séries de 20 repetições com sustentação da contração por 10 segundos, estes foram feitos durante a primeira e segunda semanas. Na terceira e quarta semanas foi utilizado o exercício de agachamento com flexão do joelho até 90 graus, neste realizou-se duas séries com 10 repetições na terceira semana, e três séries na quarta semana, com intervalo de um minuto entre as séries.

Em todas as quatro semanas de tratamento, a bicicleta ergométrica foi utilizada para estimular o aumento da amplitude de movimento. A duração do exercício variou

conforme a semana, sendo 10 minutos na primeira e segunda semanas, 15 minutos na terceira semana e 20 minutos na última semana. Para estimular a propriocepção foi utilizada a prancha de equilíbrio multidirecional, na terceira e quarta semanas de treinamento, com duas séries de um minuto com um minuto de intervalo.

### Análise Estatística

Os resultados tiveram a sua normalidade testada por um teste de Shapiro-Wilk, sendo feita a comparação entre as técnicas nos diferentes períodos através do teste T-Student para amostras independentes. Foi utilizada a *Anova one way* para análise de uma mesma técnica através das semanas de tratamento, sendo as possíveis diferenças testadas pelo *post hoc de Scheffe*. Foi adotado  $p < 0,05$  como nível de significância

estatística. Os dados foram analisados no software SPSS, versão 14.0.

### RESULTADOS

Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstram as diferenças na amplitude de movimento entre as duas técnicas. Foram observadas diferenças significativas na primeira, segunda e terceira semanas para o movimento de flexão do joelho no GFNP.

Foram observadas diferenças significativas para o movimento de flexão dos joelhos no GFNP entre o pré-teste, primeira, segunda e terceira semana, bem como entre a primeira, segunda, e quarta semanas para os dois grupos. O mesmo não ocorreu para o movimento de extensão que apresentou apenas diferenças significativas entre a primeira e quarta semana.

**Tabela 1:** Valores comparativos (média e desvio padrão) entre o GAP e GFNP para o movimento de extensão e flexão do joelho (n=20).

Período	Técnica	EXTENSÃO	P	FLEXÃO	P
Pré-teste	GAP	66,30 ± 4,92	0,647	44,43 ± 14,29	0,051
	GFNP	64,83 ± 6,68		63,10 ± 14,86	
1ª semana	GAP	65,16 ± 5,74	0,065	65,00 ± 15,06	0,010
	GFNP	70,46 ± 2,49		70,46 ± 2,49*	
2ª semana	GAP	68,5 ± 5,11	0,233	83,65 ± 15,06	0,003
	GFNP	71,33 ± 1,83		103,88 ± 7,53*	
3ª semana	GAP	71,41 ± 7,56	0,950	96,93 ± 7,76	0,039
	GFNP	71,20 ± 3,12		107,16 ± 7,17*	
4ª semana	GAP	75,91 ± 3,23	0,744	103,76 ± 10,90	0,324
	GFNP	74,86 ± 6,92		109,26 ± 7,07	

\* diferença significativa entre GAP e GFNP para  $p \leq 0,05$ .

**Tabela 2:** Nível de significância entre as semanas de tratamento para os movimentos de flexão e extensão do joelho nos dois grupos (n=20).

Semanas	GAP		GFNP	
	Flexão	Extensão	Flexão	Extensão
PRÉ-1	0,096	0,998	0,006*	0,396
pré-2	0,000*	0,973	0,000*	0,258
pré-3	0,000*	0,632	0,000*	0,277
pré-4	0,000*	0,087	0,000*	0,025*
1-2	0,156	0,889	0,025*	0,999
1-3	0,003*	0,441	0,006*	0,999
1-4	0,000*	0,044*	0,002*	0,633
2-3	0,466	0,931	0,980	1,000
2-4	0,108	0,276	0,890	0,794
3-4	0,910	0,734	0,996	0,771

\* diferença entre as semanas para  $p < 0,05$ .

O GFNP apresentou diferenças significativas na primeira e segunda semanas quando comparadas com as últimas três semanas para o movimento de flexão. Para o movimento de extensão houve diferença entre a pré-teste e quarta semana (tabela 2).

## DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi comparar a técnica de alongamento passivo com a FNP durante a recuperação da amplitude de movimento em indivíduos que realizaram cirurgia de reconstrução do LCA. Os resultados demonstraram que não ocorreram diferenças estatisticamente significativas ao final do período estudado, porém houve diferença na resposta ao treinamento no decorrer das semanas. As modificações observadas no grupo FNP para o movimento de flexão do joelho entre a primeira e a terceira semanas, podem ter ocorrido devido a adaptações particulares do grupo, principalmente entre a segunda e terceira semana onde o grupo ficou mais homogêneo para o movimento de flexão (tabela 1), não sendo encontradas diferenças significativas para o movimento de extensão.

As modificações de amplitude nos dois movimentos podem ser explicadas pela ação de co-contração muscular que está relacionada a rigidez, e a ineficiência de função muscular que pode ter sido melhorada pela utilização de contrações isométricas no método FNP, o que justificaria as diferenças citadas acima (Dupont, 2005; Milner-Brown e Penn, 1979; Johansson, Sjolander e Sojka, 1991; Norkin e Levangie, 1992).

As maiores amplitudes alcançadas no movimento de flexão, quando comparado ao movimento de extensão, na primeira, segunda e terceira semanas, podem estar relacionadas à redução da força do quadríceps, já que este apresenta um enfraquecimento nas primeiras semanas no período pós-operatório (Ageberg, 2002). A força do quadríceps pode ser influenciada pela técnica de FNP que utiliza contrações isométricas e atua na inibição dos mecanismos proprioceptores da musculatura, estimulando unidades motoras inativas, facilitando o processo de ativação neural. A perda de força muscular pode justificar as baixas amplitudes alcançadas no movimento de extensão observado nas primeiras semanas de intervenção (Macnusson e

Colaboradores, 1996; Willy e Colaboradores, 2001; Fatarelli, Almeida e Nascimento, 2004).

Ainda em relação a força muscular, vale ressaltar que a avaliação dos pacientes foi realizada através de movimentos ativos, o que sugere que as maiores amplitudes observadas no movimento de flexão podem ter sofrido influência direta do enfraquecimento da musculatura antagonista (quadríceps) a este movimento. Embora todos os pacientes tenham feito retirada de auto-enxerto de músculos flexores (grácil e semitendinoso), ressalta-se que os movimentos de extensão apresentaram notoriamente uma menor evolução, fato evidenciado anteriormente por Funk e Colaboradores (2003).

Outros resultados foram semelhantes aos de Funk e Colaboradores (2003), que compararam os dois métodos de alongamento utilizados no presente estudo, porém com diferenças em relação a amostra que era composta de colegas secundaristas, ao tempo de aplicação das técnicas de alongamento que foi de 30s durante 5 minutos, e ao período onde foram aplicadas as técnicas de alongamento em relação aos exercícios complementares que foram aplicados após as sessões de exercícios. Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas entre as duas técnicas analisadas uma melhora aparente foi notada no grupo que realizou a FNP no período pós exercício.

Embora muitos estudos tenham verificado o aumento da amplitude de movimento em relação ao tempo de sustentação, nota-se que tempos curtos (5, 10 e 15s) não proporcionam alterações significativas na amplitude de movimento, assim como tempos superiores a 30s não proporcionam resultados significativos (Bandy e Irion, 1994). Estas informações devem ser aplicadas, visando otimização do tempo na sessão de treinamento da flexibilidade e recuperação da amplitude de movimento pós cirurgia, embora o estudo de variáveis como número de séries realizadas por sessão, o tempo de intervalo entre séries e as sessões não estejam claras na literatura, e devem ser avaliadas em novos estudos (Roberts e Wilson, 1999).

## CONCLUSÃO

Considerando as condições experimentais os resultados expressam boa

relação entre as técnicas que visam o ganho da amplitude de movimento, pois não foram observadas diferenças significativas entre os dois grupos (GAP e GFNP) ao final da última semana de tratamento, porém diante das diferenças observadas no início do tratamento em relação ao ganho na amplitude de movimento do grupo que realizou a FNP, recomendamos a utilização desta metodologia entre a segunda e a terceira semana de tratamento, visando a aceleração do processo de recuperação neste período específico.

## REFERÊNCIAS

- 1- Ageberg, E. Consequences of a ligament injury on neuromuscular function and relevance to rehabilitation — using the anterior cruciate ligament-injured knee as model. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. Vol. 12. Num. 3. 2002. p. 205–212.
- 2- Bandy, W.D.; Irion, J.M. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Physical Therapist*. Vol. 74. Num. 9. 1994. p. 845-850.
- 3- Cipriani, D.B.; Abel, B.; Pirwitz, D. A comparison of two stretching protocols on hip range of motion: Implications for total daily stretch duration. *Journal Strength Condition. Research*. Vol. 17. Num. 2. 2003. p. 274-278.
- 4- Cornklius, W.L. Modified PNF stretching: Improvement in hip flexion. *National Strength Association Journal*. Num. 12. 1990. p. 44-45.
- 5- Davis, D.S.; Ashby, P.E.; McCale, K.L.; McQuain, J.A.; Wine, J.M.. The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *Journal Strength Condition. Research*. Vol. 19. Num. 1. 2005. p. 27-32.
- 6- Dupont, J.Y. Evolution of lesions and symptoms after ACL injury. *The Crucial Ligaments*, 2nd edition, Chapter 4 – Churchill Livingstone: 1994.
- 7- Fatarelli, I.F.C.; Almeida, G.L.; Nascimento, B.G. Lesão e reconstrução do LCA: uma revisão biomecânica e do controle motor. *Rev. Bras. Fisioter.* Vol. 8. Num. 3. 2004. p. 197-206.
- 8- Funk, D.C.; Swank, M.; Mikla, B.M.; Fagan, T.A.; Farr, B.K. Impact of Prior Exercise on Hamstring Flexibility: A Comparison of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and Static Stretching. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 17. Num. 3. 2003. p. 489–492.
- 9- Johansson, H.; Sjölander, P.; Sojka, P. A sensory role for the cruciate ligaments. *Clinical Orthopaedics Related Research*. Vol. 268. Num. 7. 1991. p. 161-178.
- 10- Johansson, H.; Sjölander, P.; Sojka, P. Receptors in the knee joint ligaments and their role in the biomechanics of the joint. *Critical Reviews in Biomedical Engineering*. Vol. 18. Num. 5. 1991. p. 341-368.
- 11- Lavah, A.; Burks, R.T. Evaluation of the failed ACL reconstruction. *Sports Med Arthroscopy*. 2005. p.8-16.
- 12- Macnusson, S.P.; Simunsen, E.B.; Aacaakd, P.; Dymhi-Poulsen, P.; Mithucii, M.P.K.; Jaer, M. Mechanical and physiological responses to stretching with and without pre-isometric contraction in human skeletal muscle. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* Vol. 77. 1996. p. 373-378.
- 13- Milner-Brown, H.S.; Penn, R.D. Pathophysiological mechanism in cerebral palsy. *Journal of Neurology Neurosurgery Psychiatry*. Vol. 42. Num. 7. 1979. p. 606-618.
- 14- Norkin, C.C.; Levangie, P.K.. Muscle structure and function. In: Norkin, CC., Levangie, PK.. *Joint structure and function: a comprehensive analysis*, 1st ed., Philadelphia, Davis Company, 1992. p. 92-104.
- 15- Roberts, J.M.; Wilson, K. Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. *Br. J. Sports Med.* Vol. 33. Num. 4. 1999. p. 259-263.
- 16- Willy, R.W.; Kyle, B.A.; Moore, S.M.; Chleboun, G.S. Effect of cessation and resumption of static hamstring muscle stretching on joint range of motion. *Journal Orthopedic Sports Physical Therapist*. Vol. 31. Num. 3. 2001. p. 138-144.

## Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

[www.ibpex.com.br](http://www.ibpex.com.br) / [www.rbpex.com.br](http://www.rbpex.com.br)

---

17- Yasuda, K.; Kondo, E.; Ichiyama, H.; Kitamura, N.; Tanabe, Y.; Tohyama, H.; Minami, A. Anatomic Reconstruction of the Anteromedial and Posterolateral Bundles of the Anterior Cruciate Ligament Using Hamstring Tendon Grafts. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. Vol. 20. Num. 10. 2004. p. 1015-1025.

Recebido para publicação em 20/09/2009

Aceito em 29/11/2009