

Efeitos da crioterapia e facilitação neuromuscular proprioceptiva sobre a força muscular nas musculaturas flexora e extensora de joelho

Effects of cryotherapy and proprioceptive neuromuscular facilitation on muscle strength at the flexor and extensor muscles of the knee

Daiana Moreira Mortari¹, Andréia Pereira Mânica¹, Gilnei Lopes Pimentel²

Estudo desenvolvido no Curso de Fisioterapia da UPF – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil

¹ Fisioterapeutas

² Prof. Ms. do Curso de Fisioterapia da UPF

ENDEREÇO PARA
CORRESPONDÊNCIA

Daiana M. Mortari
R. Moron 909 apto. 801
99010-030 Passo Fundo RS
e-mail:
dai_mortari@yahoo.com.br

RESUMO: As musculaturas flexora e extensora do joelho são freqüentemente lesionadas devido a um desequilíbrio entre esses grupos. Recursos térmicos, como a crioterapia, e técnicas de alongamento, como a técnica mantém-relaxa da facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP), influenciam a flexibilidade e força muscular, proporcionando maior homogeneidade entre essas musculaturas e diminuindo a incidência de lesões. Este estudo objetivou verificar os efeitos da crioterapia e da FNP sobre a força das musculaturas flexora e extensora de joelho. A amostra foi composta por 18 mulheres com idade entre 18 e 24 anos, não-praticantes de atividade física regular, divididas em dois grupos: um submetido a crioterapia e o outro à técnica mantém-relaxa da FNP. Antes e após uma sessão de aplicação das técnicas foi feita avaliação isocinética. A aplicação da técnica mantém-relaxa provocou aumento da força em ambas as musculaturas em ambos os membros, atingindo nível de significância nos flexores do membro inferior direito ($p=0,04$). A crioterapia diminuiu a força dos extensores e exerceu efeito contrário sobre os flexores, tendo gerado aumento significativo nos flexores do membro inferior direito ($p=0,035$). Quando comparadas as técnicas, a técnica mantém-relaxa gerou maiores valores de pico de torque, principalmente nos extensores do membro inferior esquerdo ($p=0,042$). Conclui-se que a técnica mantém-relaxa da FNP gerou maiores valores no pico de torque em relação à crioterapia.

DESCRIPTORIOS: Avaliação de resultados de intervenções terapêuticas; Crioterapia; Força muscular; Joelho

ABSTRACT: Knee extensor and flexor muscles are often injured due to an imbalance between these groups, which may lead to a deficit in muscle performance. Thermal resources, such as cryotherapy, and stretching techniques, such as the “hold-relax” of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF), influence flexibility and muscle strength and may reduce the chances of muscle tendon injuries. The aim of the study was to verify the effects of cryotherapy and of the PNF hold-relax technique on muscle strength at the flexor and extensor muscles of the knee. The sample was made up by 18 sedentary women aged 18 to 24 years old, who were divided into two groups: one was submitted to cryotherapy and the other, to the hold-relax technique. Before and after one session of either technique subjects were submitted to isokinetic evaluation. The hold-relax technique brought an increase in strength of both muscle groups in both limbs, reaching significance level at the right limb flexors ($p=0.04$). Cryotherapy reduced the strength of the extensors and had the opposite effect at the flexors, generating a significant increase at right limb flexors ($p=0.035$). When comparing both techniques, the hold-relax technique generated higher peak torque values, mainly at the extensor muscle of the left limb ($p=0.042$). Hence the PNF hold-relax technique was able to generate higher knee muscle peak torque than cryotherapy.

KEY WORDS: Cryotherapy; Evaluation of results of therapeutic interventions; Knee; Muscle strength

APRESENTAÇÃO
maio 2009

ACEITO PARA PUBLICAÇÃO
out. 2009

INTRODUÇÃO

As lesões das extremidades inferiores, em particular o joelho, apresentam-se entre as mais freqüentes dentre os distúrbios musculoesqueléticos¹, gerando desequilíbrios musculares, manifestando-se especialmente na relação I/Q, entre flexores e extensores de joelho (isquiotibiais e quadríceps)². Assim, o equilíbrio entre os grupos musculares da coxa, além de necessário para o movimento normal, suave e coordenado, reduz a probabilidade de lesão causada por desequilíbrio muscular³.

Algumas modalidades de intervenção terapêutica podem interferir diretamente nesse processo, sendo a crioterapia uma delas. Segundo alguns autores^{4,5}, o resfriamento proporciona a diminuição do espasmo muscular, pelo relaxamento produzido pela redução da excitação dos nervos sensoriais. Com isso, pode haver influência direta ou indireta nas propriedades físicas das fibras musculares, como força e flexibilidade. Em relação às últimas, sabe-se que as relações ideais de comprimento-tensão, bem como a força de coaptação, asseguram a manutenção de uma cinética articular normal⁶.

Alguns estudos apontam que o alongamento muscular provoca uma diminuição de força em relação ao desempenho muscular⁷. Observa-se que ainda não há um consenso estabelecendo relação entre os efeitos do alongamento e a geração de força muscular. Entre possíveis fatores causais estão os mecânicos, alterações no comprimento-tensão da fibra muscular e fatores neurológicos⁸.

O alongamento com o músculo resfriado permite maior flexibilidade, devido à diminuição do espasmo muscular⁹. No entanto, há controvérsias com relação aos efeitos da crioterapia na força muscular, ou seja, se o frio diminui ou não sua produção¹⁰. Em estudo realizado com seres humanos, Kubo *et al.*¹¹ relatam que a imersão em água fria fez com que o valor da contração voluntária máxima se reduzisse após o procedimento, mas não encontraram alteração significativa nas propriedades mecânicas dos músculos e tendões avaliados. Outros estudos relatam a redução na temperatura muscular como

fator determinante na diminuição da força muscular^{12,13}.

O exercício após a aplicação de gelo acelera o reaquecimento da musculatura do tríceps sural¹⁴ e também é apontado como o agente térmico que traz maiores ganhos de amplitude articular aguda, quando comparado ao aquecimento local, grupo controle e facilitação neuromuscular proprioceptiva¹⁵. Ainda, acredita-se que o alongamento com bolsas de gelo produz maior aumento de flexibilidade dos isquiotibiais, quando comparado ao uso de calor antes do alongamento¹⁶.

A maioria dos estudos encontrados visa esclarecer os efeitos do resfriamento em reconstruções de ligamento cruzado anterior, cirurgias de joelho e reconstruções do quadril, e não seus efeitos quando aplicados em tecidos moles¹⁷. Se a redução de dor é o principal efeito comprovado da crioterapia, exercícios durante o resfriamento seriam de grande benefício¹⁸. De qualquer forma, geralmente é necessário um tempo que varia de 5 a 15 minutos para que sejam obtidos os efeitos produzidos pelo resfriamento, sendo o tempo de 15 minutos o estabelecido para o início do processo de analgesia¹⁹.

Por outro lado, as técnicas de alongamento da facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) são consideradas como as que obtêm arcos de amplitude articular e flexibilidade de forma mais rápida, principalmente em pessoas com alto nível de controle neuromuscular²⁰. Essas técnicas baseiam-se nas diversas combinações de mecanismos fisiológicos do controle neuromuscular que incluem a ativação dos impulsos do órgão tendinoso de Golgi por uma contração isométrica do músculo agonista do movimento, inibindo sua ativação, deflagrando o reflexo de alongamento inverso, o qual relaxa o músculo ativo²¹. Uma contração submáxima durante a aplicação da técnica de facilitação neuromuscular proprioceptiva é tão efetiva quanto contração máxima, preconizando-se que o alongamento seja feito de maneira confortável e de forma a diminuir o risco de lesão induzida por contração²². O alongamento por FNP, pela técnica mantém-relaxa, consiste em solicitar contração muscular

isométrica com o objetivo de ocasionar inibição autogênica do músculo a ser alongado. Quando aplicada, ocorre relaxamento muscular reflexo que, associado com alongamento passivo, promove aumento no ganho de amplitude de movimento²³.

A dinamometria isocinética é um dos métodos mais acurados para avaliação muscular, oferecendo informações sobre a dinâmica e desempenho dos músculos testados²⁴. As mensurações são feitas por um dinamômetro computadorizado que permite arcos de movimento em uma velocidade angular constante pré-determinada²⁵.

O presente estudo teve como objetivo verificar os efeitos da crioterapia e facilitação neuromuscular proprioceptiva sobre a força muscular nas musculaturas flexora e extensora de joelho.

METODOLOGIA

Este estudo, de caráter quasi-experimental, foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade de Passo Fundo. O termo de consentimento, apresentando de forma clara e objetiva os procedimentos e benefícios da pesquisa, foi assinado por todas as participantes, permanecendo uma via com a participante e outra com os pesquisadores.

A amostra inicial foi composta por 18 indivíduos do sexo feminino com idade entre 18 e 24 anos, não-praticantes de atividade física regular (inferior a três vezes por semana) sem história prévia de cirurgia e/ou distúrbio osteoarticular. Posteriormente, foram excluídas duas participantes por apresentarem dor patelo-femoral. As restantes foram divididas de forma aleatória em dois grupos, G1 (crioterapia) e G2 (técnica mantém-relaxa da FNP). Após assinarem o termo, todas receberam informações sobre a realização do teste, o equipamento isocinético e as técnicas de intervenção.

Preencheu-se uma ficha de avaliação onde as participantes foram questionadas quanto ao nome, idade, lado dominante, tolerância ao frio, hipertensão arterial, diabetes melito e freqüência de realização de atividade física. As avalia-

ções isocinéticas foram realizadas no Laboratório de Biomecânica da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade de Passo Fundo.

Todas as participantes, independente do grupo ao qual pertenciam, foram submetidas a uma fase de aquecimento, na qual pedalarão cinco minutos na bicicleta estacionária, sem carga. Após o aquecimento, foi feito alongamento passivo dos isquiotibiais, com a voluntária em decúbito dorsal com o joelho totalmente estendido; o examinador, ajoelhado na mesa, mantinha a perna apoiada em seu ombro ou braço e membro do lado oposto estabilizado na face anterior da coxa²⁶. Com o joelho em extensão máxima, flexionou-se o quadril o máximo possível, mantendo por 20 segundos. O mesmo foi realizado no membro oposto. O alongamento do quadríceps foi realizado na posição ortostática com a voluntária em pé sobre um membro inferior (o que não iria ser alongado), segurando-se na mesa com uma mão para manter o equilíbrio. Foi orientada a estender o quadril e flexionar o joelho da perna a ser alongada o máximo possível. O examinador segurava a tibia distal trazendo o pé em direção à nádega para fletir ainda mais o joelho, sendo essa flexão máxima mantida por 20 segundos e repetida no membro contra-lateral²⁶.

Todas as participantes foram submetidas à avaliação isocinética pré-intervenção, obedecendo-se o mesmo protocolo para ambos os grupos. Para iniciar, a voluntária era colocada em posição de teste: sentada na cadeira de avaliação do dinamômetro, com o encosto inclinado a 85° e com as coxas bem suportadas pelo aparelho, com cintos posicionados no tronco superior, na região da pelve cruzando as espinhas ilíacas ântero-superiores, em volta da coxa do membro inferior contra-lateral e no tornozelo a ser avaliado, dois centímetros acima do maléolo medial. O eixo de rotação do dinamômetro (Biodex Multi Joint System 3 Pro) foi alinhado com o eixo da articulação do joelho, ou seja, o côndilo femoral lateral, conforme descrito no manual²⁷. O protocolo de avaliação foi feito em uma única velocidade, 60° por segundo, tendo a voluntária efetuado cinco movimentos completos partindo

da posição de flexão máxima. Cabe destacar que o dinamômetro foi devidamente calibrado antes das avaliações. Em um segundo momento, conforme o grupo ao qual as voluntárias pertenciam, estas foram submetidas à crioterapia ou à técnica mantém-relaxa de FNP.

As participantes do grupo G1 permaneceram na posição sentada com gelo picado em sacos plásticos sob e sobre ambas as coxas²⁸. O resfriamento tecidual por meio do gelo picado proporciona maior redução da temperatura muscular e retorno mais rápido à temperatura normal, quando comparado à imersão em água gelada²⁹ e gel térmico³⁰, fazendo com que esse método de aplicação de gelo fosse ideal no presente estudo. Nesse mesmo estudo³⁰ foi demonstrado que o resfriamento é crescente até os 20 minutos de aplicação contínua; assim, no presente estudo as participantes foram submetidas a 15 minutos de crioterapia.

As participantes do grupo G2 foram posicionadas em decúbito dorsal primeiro, com o membro inferior levado ao máximo de flexão de quadril com extensão de joelho. Então, foram solicitadas a fazer força na direção da extensão de quadril, contra a resistência ótima do examinador. Após seis segundos de contração isométrica²², foi solicitado que relaxasse, com o examinador alongando os isquiotibiais passivamente pela amplitude obtida por 30 segundos³¹. A técnica foi repetida três vezes em cada membro; no intervalo entre elas a articulação foi mantida em repouso na amplitude obtida por 10 segundos. Para aplicação da técnica na musculatura extensora de joelho, a participante ficava em decúbito lateral, com o membro a ser alongado por cima. O membro foi colocado em posição de extensão de quadril com flexão de joelho. O examinador colocava uma mão sobre a região anterior do joelho para aplicar a resistência e outra no quadril para estabilizar. Foi solicitado, então, que ela fizesse força no sentido da flexão de quadril, enquanto o examinador mantinha uma contração isométrica aplicando resistência ótima. Após seis segundos de contração, ela relaxava e o examinador levava o membro no sentido da extensão de quadril, promovendo alongamento

da musculatura extensora de joelho. A técnica foi igualmente repetida três vezes em cada membro, e em cada intervalo era mantido repouso na amplitude ganha.

A duração do ganho de flexibilidade e amplitude articular é de aproximadamente seis minutos após execução da técnica mantém-relaxa³². Assim, após aplicada uma ou outra técnica, as participantes eram imediatamente submetidas a nova avaliação isocinética em ambos os membros inferiores, sendo esclarecidas sobre os resultados após o término do teste.

Para análise estatística foi utilizado o pacote estatístico SPSS (v.10.0) e o Microsoft Excel, sendo escolhido o teste paramétrico t de Student pareado, que possibilita analisar a diferença entre as médias do pico de torque (em Nm) obtidas antes e após a intervenção, e comparar a diferença nas musculaturas flexora e extensora. Foi utilizado o intervalo de confiança de 95%, admitindo-se existir diferença significativa quando $p < 0,05$.

RESULTADOS

No grupo crioterapia, as participantes apresentaram uma leve diminuição da força muscular de extensores de joelho bilateralmente após a intervenção, comparada aos valores basais. Na musculatura flexora, evidenciou-se um pequeno aumento dos valores de pico de torque em ambos os membros inferiores, conforme se pode observar no Gráfico 1. Pelo teste t de Student observaram-se alterações estatisticamente significativas na comparação entre flexores de membro inferior direito, antes e após a intervenção com crioterapia, obtendo-se o valor $p = 0,035$, havendo aumento do pico de torque de isquiotibiais.

A técnica de facilitação neuromuscular proprioceptiva mantém-relaxa provocou resultados semelhantes em ambas as musculaturas de ambos os membros inferiores, tendo se evidenciado aumento dos valores de pico de torque após a aplicação da técnica, comparados aos valores pré-intervenção (Gráfico 2). Atingiu-se nível de significância estatística na musculatura flexora do membro inferior direito ($p = 0,04$).

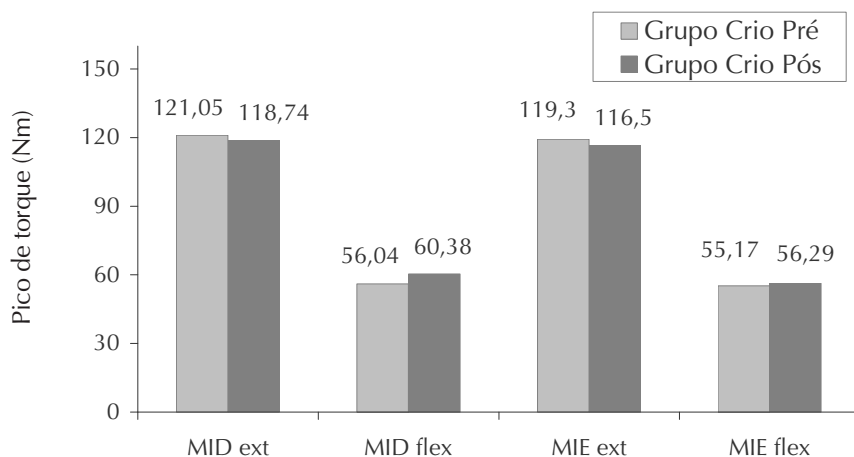


Gráfico 1 Média do pico de torque do grupo crioterapia (n=8) nos músculos extensores (ext) e flexores (flex), pré e pós-intervenção
MID: Membro inferior direito; MIE: Membro inferior esquerdo

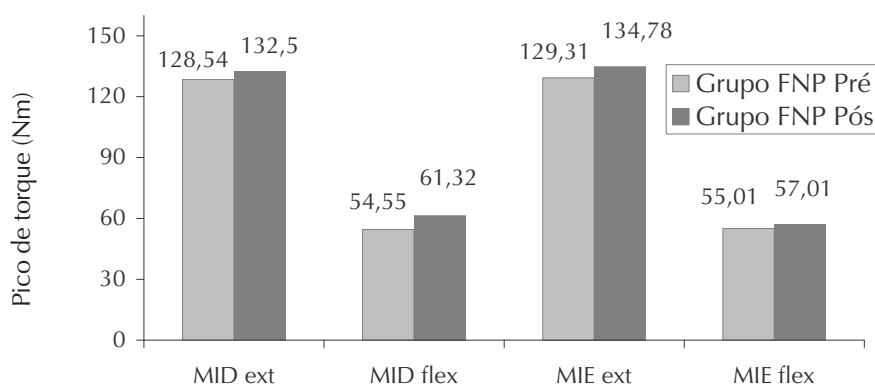


Gráfico 2 Média do pico de torque do grupo FNP (n=8) nos músculos extensores (ext) e flexores (flex), pré e pós-intervenção
MID: Membro inferior direito; MIE: Membro inferior esquerdo
FNP = facilitação neuromuscular proprioceptiva

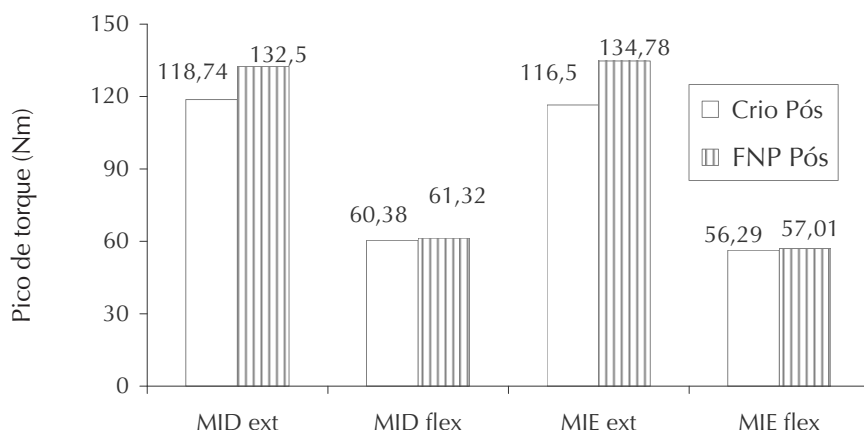


Gráfico 3 Média do pico de torque dos grupos crioterapia (Crio) e FNP nos músculos extensores (ext) e flexores (flex), após a intervenção
MID: Membro inferior direito; MIE: Membro inferior esquerdo
FNP = facilitação neuromuscular proprioceptiva

No grupo crioterapia as médias do pico de torque e o desvio padrão foram em sua maioria menores que no Grupo FNP, sugerindo uma maior homogeneidade entre os valores do grupo crioterapia. Quando comparados os grupos após a intervenção, evidenciou-se significância estatística no membro in-

ferior esquerdo na musculatura extensora ($p=0,042$), revelando que a aplicação da técnica mantém-relaxa da FNP gerou maiores incrementos de pico de torque nessa musculatura, quando comparada à crioterapia (Gráfico 3).

ferior esquerdo na musculatura extensora ($p=0,042$), revelando que a aplicação da técnica mantém-relaxa da FNP gerou maiores incrementos de pico de torque nessa musculatura, quando comparada à crioterapia (Gráfico 3).

DISCUSSÃO

O principal achado do presente estudo foi a resposta das musculaturas à aplicação da técnica mantém-relaxa da FNP, revelando que a técnica, além de promover ganho de flexibilidade, aumento de amplitude articular, gera um aumento de força muscular das musculaturas flexora e extensora de joelho.

O grupo muscular flexor apresentou picos de torque basais menores que o grupo extensor em ambos os membros inferiores e em ambos os grupos, corroborando estudos prévios³³.

No presente estudo, observou-se redução da força concêntrica imediatamente após a aplicação de crioterapia na musculatura extensora de joelho. Becher *et al.*³⁴ mostraram que, após 30 minutos de resfriamento, houve aumento da força isométrica máxima imediatamente após a aplicação de frio, porém houve um declínio ao final do tratamento, concordando com os achados de Sanya e Bello³⁵.

Pela avaliação do pico de torque concêntrico, foi detectada uma diminuição do pico de torque de quadríceps imediatamente após a aplicação de gelo. Ruiz *et al.*³⁶ mostraram que, imediatamente e 25 minutos após a aplicação do gelo na musculatura do quadríceps, houve redução significativa do pico de torque em contração excêntrica, bem como Duarte e Macedo³⁷, que encontraram redução significativa na produção de torque de quadríceps após aplicação de gelo por 20 minutos.

Segundo os achados de Tremblay *et al.*³⁸, o resfriamento do tecido não altera a percepção da carga imposta, o que indica que os métodos usuais de crioterapia, como o utilizado no presente estudo, não alteram o desempenho motor. Rubley *et al.*³⁹ também afirmam que a produção de força não é afetada pelo resfriamento. No entanto, neste estudo observou-se um aumento da produção

de força flexora e diminuição de força extensora imediatamente após a aplicação do frio. Alguns autores sugerem que a diminuição da força muscular após o uso da crioterapia seria devida à redução da velocidade de condução do nervo motor⁴⁰.

Os achados do presente estudo mostraram haver um aumento dos valores de pico de torque imediatamente após a aplicação da técnica de facilitação neuromuscular proprioceptiva. Marek *et al.*³¹ realizaram um estudo para determinar os efeitos de alongamento estático e facilitação neuromuscular proprioceptiva no pico de torque do vasto lateral e retofemoral na contração concêntrica através de dinamômetro isocinético. Os achados mostraram diminuição no pico de torque de 2,8% com ambas as técnicas de alongamento, sem diferença significativa entre elas, o que vai contra os achados do presente estudo.

Em um estudo realizado por Michael *et al.*⁴¹ não foi encontrada diferença

significativa na produção de torque quando comparados valores pré-alongamento e pós alongamento estático; no presente estudo, foi encontrado aumento dos valores de pico de torque após a aplicação da técnica mantém-relaxa, evidenciando maiores benefícios quando utilizada facilitação neuromuscular proprioceptiva. Em estudo realizado em humanos, Kubo *et al.*⁴² encontraram modificações nas propriedades viscoelásticas do tendão após alongamento estático, fazendo com que haja redução da sua viscosidade e aumento da flexibilidade. Ainda, Ress *et al.*⁴³ encontraram ganho de 26% da força muscular isométrica de plantiflexores após aplicação de alongamento com técnica de facilitação neuromuscular proprioceptiva, corroborando os achados do presente estudo.

Faz-se necessária a realização de pesquisas com maior número de indivíduos para que os resultados possam sustentar a técnica mantém-relaxa como

capaz de gerar maiores picos de torque em relação à crioterapia.

CONCLUSÃO

A técnica mantém-relaxa foi capaz de gerar aumento do pico de torque de todas as variáveis, porém atingindo nível de significância estatística apenas na musculatura flexora do membro inferior direito. A aplicação de crioterapia diminuiu a produção de força em relação aos valores pré-intervenção na musculatura extensora de joelho, atingindo valores menores também quando comparada à técnica mantém-relaxa. Ambos os recursos são importantes na prática clínica diária, dependendo somente da disponibilidade do material (gelo) ou do conhecimento da técnica (FNP), sendo de fácil aplicação e baixo custo, podendo, ainda, aumentar a efetividade dos tratamentos propostos pelos profissionais de fisioterapia.

REFERÊNCIAS

- Whiting WC, Zernicke RF. Biomecânica da lesão musculoesquelética. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001. p.129.
- Dvir, Z. Isocinética: avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas. Barueri: Manole; 2002. p.109-19.
- Prentice WE. Técnicas de reabilitação em medicina esportiva. Barueri: Manole; 2002.
- Kalenak A, Medlar CE, Fleagle SB, Hochberg WJ. Athletic injuries: heat vs cold. *Fam Phys.* 1975;12:131-4.
- Frizzell LA, Dunn F. Biophysics of ultrasound. In: Lehman JF. Therapeutic heat and cold. Baltimore: Williams & Wilkins; 1982. 353-85.
- Clark MA. Integrated training for the new millenium. Thousand Oaks, CAL: National Academy of Sports Medicine; 2001.
- Ramos GV, Santos RR. Influência do alongamento sobre a força muscular: uma breve revisão sobre as possíveis causas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Humano.* 2007;9(2):203-6.
- Cramer JT, Housh TJ, Johnson GO, Miller JM, Coburn JW, Beck TW. Acute effects of static stretching on peak torque in women. *J Strength Cond Res.* 2004;18(2):236-41.
- Knight KL. Crioterapia no tratamento das lesões esportivas. São Paulo: Manole; 2000.
- Silva KNG, Pinfildi CE, Machado FA, Lotufo RF, Cohen M, Peccin MS. Influência do frio no pico de torque da musculatura flexora do joelho. In: XII Congresso Brasileiro de Biomecânica; 2007, São Pedro. Anais. Rio Claro: Unesp; 2007.
- Kubo K, Kanehisa H, Fukunaga T. Effects of cold and hot water immersion on the mechanical properties of human muscle and tendon *in vivo*. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2005;20(3):291-300.
- Holewijn M, Heus R. Effects of temperature on electromyogram and muscle function. *Eur J Appl Phys.* 1992;65:541-5.
- Ranatunga KW, Sharpe B, Turnbull B. Contractions of a human skeletal muscle at different temperatures. *J Phys.* 1987;390:383-95.
- Myrer JW, Measom GJ, Fellingham GW. Exercise after cryotherapy greatly enhances intramuscular rewarming. *J Athl Train.* 2000;35:412-6.
- Brasileiro JS, Faria AF, Queiroz LL. Influência do resfriamento e do aquecimento local na flexibilidade dos músculos isquiotibiais. *Rev. Bras Fisioter.* 2007;11(1):57-61.
- Brodowicz GR, Weish R, Wallis J. Comparison of stretching with ice, stretching with heat, or stretching alone, on hamstring flexibility. *J Athl Train.* 1996;31:324-7.

Referências (cont.)

- 17 Hubbard TJ, Denegar CR. Does cryotherapy improve outcomes with soft tissue injury? *J Athl Train.* 2004;39:278-9.
- 18 Bender AL, Kramaer EE, Brucker JB, Demchak TJ, Cordova ML, Stone MB. Local ice-bag application and triceps surae muscle temperature during treadmill walking. *J Athl Train.* 2005;40:271-5.
- 19 Michlovitz SL. Cryotherapy: the use of cold as a therapeutic agent. In: Michlovitz SL, editor. *Thermal agents in rehabilitation.* Philadelphia: Davis; 1996.
- 20 Appleton B. *Stretching and flexibility.* Chicago: 1998. [citado jul 2008]. Disponível em: <http://www.cmcrossroads.com/bradapp/docs/rec/stretching>.
- 21 Cattelan AV, Mota CB. Estudo das técnicas de alongamento estático e por facilitação neuromuscular proprioceptiva no desenvolvimento da flexibilidade em jogadores de futsal [monografia]. Santa Maria: UFSM; 2002. Disponível em: http://www.wgate.com.br/conteudo/medicinaesaude/fisioterapia/neuro/fnp_anderson.htm.
- 22 Feland JB, Marin HN. Effect of submaximal contraction intensity in contract-relax proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *Br J Sports Med.* 2004;38:460.
- 23 Burke DG, Culligan LE. The theoretical basis of proprioceptive neuromuscular facilitation. *J Strength Cond Res.* 2000;14:496-500.
- 24 Aquino MA, Garcez-Leme LE. Isokinetic dynamometry in elderly women undergoing total knee arthroplasty: a comparative study. *Clinics.* 2006;61(3):215-22.
- 25 Siqueira CM, Pelegrino FR, Fontana MF, Greve GM. Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo.* 2002;57:19-24.
- 26 Kisner C, Colby LA. *Exercício terapêutico: fundamentos e técnicas.* São Paulo: Manole; 2005.
- 27 Biodex Multi Joint System 3 Pro. Manual de aplicação/ operação. Nova Iorque; 2002.
- 28 Long BC, Cordova ML, Brucker JB, Demchak TJ, Stone MB. Exercise and quadriceps muscle cooling time. *J Athl Train.* 2005;40:260-3.
- 29 Myrer JW, Measom GJ, Fellingham GW. Temperature changes in the human leg during and after two methods of cryotherapy. *J Athl Train.* 1998;33:25-9.
- 30 Kennet J, Hardaker N, Hobbs S, Selfe J. Cooling efficiency of 4 common cryotherapeutic agents. *J Athl Train.* 2007;42:343-8.
- 31 Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmaier SM, Purkavastha S, et al. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J Athl Train.* 2005;40:94-103.
- 32 Spernoga SG, Uhl TL, Arnold BL, Gansneder BM. Duration of maintained hamstring flexibility after a one-time, modified hold-relax stretching protocol. *J Athl Train.* 2001;36(1):44-8.
- 33 Carvalho MS, Assis MMV, Gomes MI. Avaliação isocinética de quadríceps e isquiotibiais nos atletas de jiu-jitsu. *Rev Bras Prom Saude.* 2005;18(2):85-9.
- 34 Becher C, Springer J, Feil S, Cerulli G, Paessler HH. Intra-articular temperatures of the knee in sports: an in-vivo study of jogging and alpine skiing. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008;9:46.
- 35 Sanya AO, Bello AO. Effects of cold application on isometric strength and endurance of quadriceps femoris muscle. *Afr J Med Med Sci.* 1999;28:195-8.
- 36 Ruiz DH, Myrer JW, Durrant E, Fellingham GW. Cryotherapy and sequential exercise bouts following cryotherapy on concentric and eccentric strength in the quadriceps. *J Athl Train.* 1993;28:320-3.
- 37 Duarte R, Macedo R. Efeito do gelo no momento máximo de força durante o movimento concêntrico de extensão do joelho. *EssFisiOnline [periódico on-line]* 2005;1(3):21-37 [citado ago 2008]. Disponível em: http://www.ess.ips.pt/EssFisiOnline/artigos_cient.html.
- 38 Tremblay F, Estephan L, Legendre M, Sulpher S. Influence of local cooling on proprioceptive acuity in the quadriceps muscle. *J Athl Train.* 2001;36:119-23.
- 39 Rubley MD, Denegar CR, Buckley WE, Newell KM. Cryotherapy, sensation, and isometric-force variability. *J Athl Train.* 2003;38:113-9.
- 40 Kinzey SJ, Cordova ML, Gallen KJ, Smith JC, Moore JB. The effects of cryotherapy on ground reaction forces produced during a functional task. *J Sport Rehab.* 2000;9:3-14.
- 41 Michael R, Jerod G, Steven B, Bryan L, Matt W. The acute effects of static stretching on leg extension power: quadriceps torque production after a 30-second static stretch versus no stretch. In: 4th Annual GRASP Symposium 2008 Apr, Wichita, KA, USA. Proceedings. Wichita: Wichita State University; 2008.
- 42 Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures *in vivo.* *J Appl Physiol.* 2001;90(2):520-7.
- 43 Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML, Mclachlan KA, Coutts AJ. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on stiffness and force-producing characteristics of the ankle in active women. *J Strength Cond Res.* 2007;21(2):572-7.