

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS**

**ESCOLA DE CIÊNCIAS SOCIAIS E DA SAÚDE**

**CURSO DE FISIOTERAPIA**

**JOÃO PEDRO LINDRIA LAURINDO**

**MODALIDADES FISIOTERAPÊUTICAS NA PRIMEIRA FASE DE REABILITAÇÃO PÓS-RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR**

GOIÂNIA

 2023

**JOÃO PEDRO LINDRIA LAURINDO**

**MODALIDADES FISIOTERAPÊUTICAS NA PRIMEIRA FASE DE REABILITAÇÃO PÓS-RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Fisioterapia da Pontifícia Universidade Católica de Goiás como critério parcial de avaliação da Disciplina Projeto de Pesquisa.

Orientadora: Profª Dra. Gabriella Assumpção Alvarenga Schimchak.

GOIÂNIA

2023

**Modalidades fisioterapêuticas na primeira fase de reabilitação pós-reconstrução do ligamento cruzado anterior**

**Resumo: Introdução:** O período de reabilitação de reconstrução do ligamento cruzado anterior (RLCA) pode ocasionar diversas alterações motoras e psicológicas devido à intervenção cirúrgica. Portanto, é imprescindível a escolha das técnicas mais eficazes durante esse processo. **Objetivo**: Analisar modalidades fisioterapêuticas na RLCA em sua primeira fase, de 0 a 3 meses. **Método**: Trata-se de uma revisão sistemática, com busca em base dados United States National Library of Medicine (PubMED) e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). **Resultado:** Foram selecionados 5 artigos para compor a revisão. Dentre as técnicas analisadas durante a reabilitação de RLCA, o treinamento de restrição de fluxo (garrote) e o uso de eletroestimulação (EENM) associadas a cinesioterapia supervisionada por um fisioterapeuta se mostrou eficaz. **Conclusão:** Nos estudos que compõe a presente revisão, a maioria das modalidades fisioterapêuticas utilizadas nas primeira fase de reabilitação pós RLCA, foram cinesioterapia supervisionada, recursos da eletroterapia EENM e TENS, modalidades de treinamento com restrição de fluxo e intervenção de vídeos de modelagem nas respostas psicológicas.

Palavras-chave: Ligamento Cruzado anterior; Reabilitação; Modalidades de fisioterapia.

**Abstract**: Summary: Introduction: The rehabilitation period for anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR) can cause several motor and psychological changes due to surgical intervention. Therefore, it is essential to choose the most effective techniques during this process. Objective: To analyze physiotherapeutic modalities in ACLR in its first phase, from 0 to 3 months. Method: Systematic review, using the combined descriptors in English, Portuguese and Spanish, ‘’Anterior Cruciate Ligament’’; ''Rehabilitation''; ‘’Physiotherapy Modalities’’; ‘’Anterior Cruciate Ligament’’; ‘’Rehabilitation’’; ‘’Physiotherapy Modalities’’; ‘’Cruciate Ligament, Anterior’’; ‘’Rehabilitation’’; ‘’Modality, Physical Therapy’’ on the basis of Health Science (DeCS) and Medical Subject Headings (MeSH). Result: 5 articles were selected to compose the review. Among the techniques analyzed during ACLR rehabilitation, flow restriction training (tourniquet) and the use of electrical stimulation (NMES) associated with kinesiotherapy supervised by a physiotherapist proved to be effective. Conclusion: There is evidence that supervised kinesiotherapy associated with tourniquet and eenm modalities has positive effects on the post-ACLR rehabilitation process, in its first phase.

**Keywords**: Cruciate Ligament; Rehabilitation; Modality Physical Therapy.

**Introdução**

O ligamento cruzado anterior (LCA) é o ligamento do joelho que mais sofre ruptura, sendo imediatamente incapacitante, com um longo processo de reabilitação1. Nos Estados Unidos da América, os dados são de 1 em 3000 indivíduos, com estimativa de 120.000 lesões anualmente2 e prevalência elevada em atletas entre os 20 e 30 anos. Existem dois mecanismos principais de ruptura: por trauma direto ou por movimentos forçados do joelho, sendo este último muito mais comum, responsável por 85% das lesões3. Independentemente do mecanismo da lesão, a ruptura do LCA cria alterações biomecânicas na articulação e é habitualmente associada a lesões meniscais, de cartilagens e com osteoartrite pós-traumática do joelho4.

O tratamento dessa lesão em fase aguda consiste em imobilização do membro inferior afetado, realização de fisioterapia e na educação do indivíduo para melhorar a estabilidade do joelho5. Após essas medidas, pode ser decidido realizar reabilitação fisioterapêutica conservadora ou cirúrgica. Ao se optar por reabilitação conservadora fatores importantes devem ser levados em consideração, como: o nível atlético do paciente, suas exigências físicas profissionais e sua expectativa quanto a esse nível de exigências. O Tratamento conservador deve ser considerado para aqueles que apresentem lesão do LCA total ou parcial e que se proponham a modificar suas atividades esportivas, passando a evitar esportes que facilitem o surgimento de dor, edema e falseios, com objetivo de envolvê-lo em atividades que incluam exercícios orientados, treinamento funcional e reeducação esportiva6.

Em contrapartida, estudos mostram que pacientes que optam pelo conservador tem um risco relativo significativamente maior de vir a ter qualquer grau de osteoartrite do que os que foram tratados cirurgicamente, devido a alteração biomecânica dessa articulação7. Já a decisão para tratamento cirúrgico também se baseia em fatores como: gravidade da lesão, idade do indivíduo, profissão, na sua atividade física e outras comorbilidades presentes. Não há critérios definidos, mas é aconselhada a cirurgia aos indivíduos que apresentam instabilidade do joelho, tanto nas atividades de vida diária, quanto em atletas que colocam elevada tensão nessa articulação8.

A Fisioterapia desempenha um papel fundamental no que diz respeito à recuperação da funcionalidade do joelho, ajudando na sua máxima função e, consequentemente, no retorno à vida ativa de uma forma segura. Devido à variação individual, não seria prudente desenvolver protocolos específicos que focassem particularmente em cada passo do programa de reabilitação. É possível, no entanto, estabelecer diretrizes para protocolos baseadas em pesquisa científica.

A reabilitação após a reconstrução cirúrgica do LCA deve incidir nas incapacidades e limitações funcionais do indivíduo. O protocolo deve considerar também quais os efeitos que os exercícios e determinadas atividades funcionais têm na translação tibial, bem como na pressão e carga exercida no LCA. Existem diferentes protocolos de reabilitação onde a diferença está na duração temporal dos mesmos. O mais conhecido e usado atualmente designa-se por Protocolo de Reabilitação Acelerado e estende-se por seis meses, enquanto o programa oposto é designado por Protocolo de Reabilitação Convencional/Tradicional e tem a duração de cerca de 12 meses.9,10,11,12,13.

Na reabilitação pós-cirúrgica, na primeira fase de tratamento (de 0 a 12 semanas) se inicia o tratamento fisioterapêutico clínico, com o uso de medidas físicas para controle dos sinais inflamatórios, restabelecimento da mobilidade articular, ganho de força muscular e recuperação da função neuromuscular do membro inferior14,15. É importante levar em consideração diversos fatores que se associam nesse processo de lesão, cirurgia e reabilitação, como: condições físicas e psicológicas de cada indivíduo, qualidade da cirurgia, dedicação e continuidade ao tratamento. Isso é importante devido às questões individuais de cada paciente, como foi citado anteriormente16.

Espera-se, portanto, que, por meio da leitura das evidências do presente estudo, os profissionais que trabalham com reabilitação possam ser ajudados nas suas escolhas terapêuticas em primeira fase de reabilitação do ligamento cruzado anterior em casos que se assemelham. Portanto, o objetivo desta revisão é identificar modalidades fisioterapêuticas utilizadas na reabilitação após reconstrução do ligamento cruzado anterior em sua primeira fase (de 0 a 3 meses).

**Método**

Foi realizada a revisão sistemática da literatura norteada pela pergunta: Quais modalidades fisioterapêuticas são utilizadas na primeira fase de reabilitação de reconstrução do ligamento cruzado anterior.

A estratégia de busca recorreu aos termos controlados encontrados nos Descritores em Ciência da Saúde (DeCS), em português ‘’ Ligamento Cruzado Anterior’’; ‘’Reabilitação’’; ‘’Modalidades de Fisioterapia’’; em espanhol ‘’Ligamento Cruzado Anterior’’; ‘’Rehabilitación’’; ‘’ Modalidades de Fisioterapia’’; e no Medical Subject Headings (MeSH) ‘’Cruciate Ligament, Anterior’’; ‘’[Rehabilitation](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68012046)’’; ‘’ Modality, Physical Therapy’’. Foram realizadas combinações em português, inglês e espanhol, recorrendo aos operadores booleanos OR e AND.

A busca dos artigos foi realizada nas bases de dados United States National Library of Medicine (PubMED) Physiotherapy Evidence Database (PEDro) e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), no período de fevereiro a abril de 2023. A busca foi conduzida por dois pesquisadores, utilizando formulários padronizados segundo os critérios de inclusão e exclusão contidos no Teste de Relevância I, o qual foi aplicado aos títulos e resumos dos artigos selecionados, e no Teste de Relevância II, que foi aplicado aos artigos selecionados no teste de relevância I, lidos na íntegra (Apêndice A). Esses testes tiveram por objetivo apurar a seleção inicial dos artigos por meio dos seguintes critérios: no teste I os artigos foram incluídos se eles abordaram o ligamento cruzado anterior, se não fossem duplicatas, se estivesse nos idiomas português, inglês ou espanhol; e os critérios de exclusão foram se fossem teses, dissertações, monografias, editoriais, cartas, capítulos de livros, comentários e serem revisão da literatura.

Após essa etapa, foi aplicado o segundo formulário de relevância nos artigos selecionados na primeira fase. Foram incluídos no estudo aqueles que abordaram protocolos e tratamento após reconstrução do LCA e se fossem ensaios clínicos; e foram excluídos artigos que incluíssem em suas populações aqueles que relatassem ruptura ligamentar múltipla, infecção no pós-operatório, pacientes com história prévia de artrose e pacientes idosos que não fossem lesão do LCA.

### Os artigos que foram selecionados após a aplicação dos testes de relevância foram avaliados segundo a recomendação da escala de PEDro (Physiotherapy Evidence Database), composta por 11 itens abordando seus determinados critérios.

Os critérios de inclusão para o estudo foram: (a) pesquisas que descreveram modalidades fisioterapêuticas para o tratamento pós-reconstrução do LCA; (b) ensaios clínicos que abordaram sobre modalidades fisioterapêuticas utilizadas pós-reconstrução do LCA; (c) estudos publicados entre 2015 a 2022; (d) artigos publicados em português, inglês ou espanhol. Os critérios de exclusão definidos foram: (a) artigos que tratavam ruptura ligamentar múltipla; (b) estudos de revisão literária; (c) artigos sobre infecção no pós-operatório de LCA; (d) artigos que abordassem pacientes com história prévia de artrose e pacientes idosos que não fosse lesão do LCA; (e) artigos duplicados; (f) dissertações, monografias, editoriais, cartas, capítulos de livros, comentários (Apêndice A).

Os artigos selecionados após a aplicação dos testes de relevância I e II foram avaliados segundo a recomendação da escala de PEDro (Physiotherapy Evidence Database), composta por 11 itens, abordando seus determinados critérios. O resultado da escala é uma pontuação, de 0 a 10, onde quanto maior a pontuação, melhor a qualidade metodológica. Para a atribuição da pontuação para cada um dos itens, os mesmos foram relatados de forma clara e apropriada. O artigo só foi incluído na revisão quando atingiu 50% da pontuação.

**Resultados**

Como mostra a Figura 1, inicialmente, foram identificadas 47 publicações potencialmente elegíveis para participarem da revisão. Após aplicação do Teste de Relevância 1 e da leitura dos títulos dos artigos, foram excluídos 24, por serem duplicatas ou por não abordarem a temática. Posteriormente, foram lidos os resumos de artigos. Desse modo, restaram 23 artigos que foram lidos na íntegra e submetidos aos critérios do Teste de Relevância 2, que resultou na exclusão de 18 estudos por não se tratar de uma intervenção precoce.

**PubMed\*/ MeSH\*\***

**BVS\*\*\*/ DeCS\*\*\*\***

Portais

- Descritores Controlados em inglês, português e espanhol:

Ligamento Cruzado Anterior and Reabilitação andModalidades de Fisioterapia Ligamento CruzadoAnterior and Rehabilitación and Modalidades de Fisioterapia Cruciate Ligament Anterior and [Rehabilitation](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68012046) and Modality, Physical Therapy’’Forarealizadas combinações em português, inglês e espanhol, recorrendo aos operadores booleanos OR e AND.

5 Estudos selecionados

- Não se tratava de uma intervenção precoce n= 18

Exclusão de 18 estudos pelos seguintes critérios

TR2\*\*\*\*\*\*

23 Estudos selecionados para a leitura na íntegra

- Não abordava a temática, n= 23

- Tratava-se de uma revisão, n= 0

- Literatura cinzenta, n= 0

Exclusão de 23 estudos pelos critérios ao lado

46 Resumos selecionados para a Leitura

PubMed = 47 BVS = 0

47 Estudos potencialmente elegíveis

TR1\*\*\*\*\*

**­**

Filtro: Idioma

Excluídos 0 estudos

 47 Estudos selecionados para análise dos títulos

1 Títulos excluídos por serem duplicatas

Exclusão por nota menor que 5 ou ausência no PEDro, n= 0

**Figura 1**: Publicações que compõem a pesquisa

**Fonte**: elaborado pelo autor

**Legenda: \*PubMed**: United States National Library of Medicine/**\*\*\*BVS**: Biblioteca Virtual em Saúde/**\*\*\*\*\*TR1**: Teste de Relevância 1/ **\*\*MeSH**: Medial Subject Headings/ **\*\*\*\*DeCS**: Descritores em Ciências da Saúde/ **\*\*\*\*\*\*TR2**: Teste de Relevância 2

Ao final, foram selecionados cinco artigos, que foram avaliados pelos critérios da PEDro e demonstraram pontuação que aponta para a qualidade dos artigos (Quadro 2).

**Quadro 2**: Pontuação de qualidade dos artigos selecionados a partir dos critérios da PEDro

|  |  |
| --- | --- |
| Referências | PontosAvaliadora 1 |
| Forogh et al., 201817Estudo de ensaio clínico randomizado | 8/10 |
| Toth et al., 202018Estudo de ensaio clínico randomizado | 8/10 |
| Hugles et al., 201919Estudo de ensaio clínico randomizado | 7/10 |
| Moran MU et al., 201920Estudo de ensaio clínico randomizado | 8/10 |
| Rhin CH et al., 201821Estudo de ensaio clínico randomizado | 9/10 |

A amostra ficou composta por cinco estudos que avaliaram modalidades fisioterapêuticas na primeira fase de reabilitação pós-RLCA, apresentados no Quadro 3, com dados sobre autores, ano de publicação, local do estudo, objetivo(s), método e resultados.

**Quadro 3**: Artigos selecionados para a revisão sistemática que abordam modalidades fisioterapêuticas na primeira fase de reabilitação pós-RLCA

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Hughes L, et al. Comparing the Efectiveness of Blood Flow Restriction and Traditional Heavy Load Resistance Training in the Post‑Surgery Rehabilitation of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients: A UK National Health Service Randomised Controlled Trial. 2019. | Comparar a eficácia do treinamento de restrição do fluxo sanguíneo e do treinamento tradicional de resistência de carga pesada na melhora da hipertrofia e força muscular esquelética, função física, dor e efusão em pacientes com RLCA após cirurgia. | Estudo ensaio clínico randomizado cego.**N**: 28 pacientes agendados para cirurgia de RLCA unilateral com auto enxerto de isquiotibiais.**Testes Pré-cirurgia:** foram avaliados nos grupos: Força de 10rm usando *leg press med*, força muscular isocinética, extensora [KE] e flexora [KF] dos participantes medidas em um dinamômetro isocinético, morfologia muscular através de ultrassonografia, função física usando o formulário do Comitê Internacional de Documentação do Joelho, amplitude de movimento com goniômetro, derrame articular do joelho medida por perimetria usando fita métrica e flacidez articular do joelho avaliada com um artrômetro do ligamento do joelho. **Testes duas semanas após cirurgia:** os participantes foram avaliados a cada 48 horas para determinar critérios para iniciar o treinamento de força no *leg press*. Isso incluiu a capacidade de: carregar peso unilateralmente sem dor por 5 segundos sem suporte, ADM do joelho de 0-90º, realizar repetidas elevações de perna estendida sem atraso de musculatura extensora, demonstrar ativação muscular glútea e musculatura flexora e ter alteração mínima de efusão com atividade avaliada por perimetria, após todos os critérios serem atendidos, os participantes compareceram à sessão de teste experimental após a cirurgia (semana 0). **Testes pós-operatório (semana 0)** foram avaliados: força de 10rm, morfologia muscular, amplitude de movimento e derrame articular usando as mesmas ferramentas de avaliação utilizadas na pré-cirurgia.**Intervenção:** incluiu 8 semanas de treinamento de *leg press* unilateral 2 × por semana, totalizando 16 sessões cada, separadas por um mínimo de 48 horas. Todas as sessões de treinamento foram supervisionadas por um membro treinado da equipe de pesquisa. Ambos os grupos completaram um aquecimento consistindo de 5 min de ciclismo sem carga em cadência livre, seguido de dez repetições de *leg press* unilateral com um peso auto selecionado, com subsequentes 5 min de descanso. Foi garantido que os participantes realizassem o exercício em uma ADM de 0° a 90°, ambos os membros foram treinados para atender aos requisitos éticos do NHS para prestação padrão de cuidados. O membro lesionado foi treinado primeiro e, em seguida, o membro não lesionado foi pareado para repetições, cada uma com uma porcentagem relativa de seu 1RM, para combinar o volume e a carga externa para tentar controlar quaisquer efeitos de transferência cruzada do treinamento dos membros diferentemente. O BFR foi aplicado em ambos os membros por esse motivo. A carga de treinamento foi aumentada em 10% se os participantes completassem todas as repetições em duas sessões subsequentes e foi formalmente reajustada após o teste no meio do treinamento. **Reavaliação (semana 4-5):** força de 10rm, morfologia muscular, função física, amplitude de movimento e derrame articular pelas mesmas ferramentas na avaliação. **Reavaliação (semana 9)**: força de 10rm, força muscular isocinética, extensora [KE] e flexora [KF], morfologia muscular, função física amplitude de movimento, derrame articular e flacidez articular dos participantes, usando as mesmas ferramentas da avaliação. | **Função física** maior em medidas autorrelatadas com BFR-RT [< 0.01]. **Equilíbrio** com [SEBT] houve aumento em todas as pontuações de alcance com BRF-RT ANT [<0.05] PM [<0.01] PL [<0.01]. **Maior ganho de ADM** com BRF-RT [< 0.01]. Na **Dor** houve aumento no score de dor KOOS com BRF-RT [<0.05].**Inchaço** houve diminuição na circunferência patelar média do joelho com BFR-RT [< 0.01]. **Redução** no pico de torque de flexores com HL-TR em comparação com BRF-RT de força isocinética escalada [p< 0.01].**Nas comparações do presente estudo como:** Força muscular escalada de 10RM, força isocinética escalada e morfologia muscular não houve diferença significativa entre os grupos.  |
| Toth MJ et al. Utility of Neuromuscular Electrical Stimulation to Preserve Quadriceps Muscle Fiber Size and Contractility After Anterior Cruciate Ligament Injuries and Reconstruction A Randomized, Sham-Controlled, Blinded Trial. 2020. | Examinar se o uso precoce de neuro muscular eletro estimulação (NMES), iniciado logo após uma lesão e mantido por 3 semanas após a cirurgia, pode preservar o tamanho e função contrátil do músculo quadríceps no nível celular (ou seja, fibra) na perna lesionada versus não lesionada de pacientes submetidos a RLCA. | Estudo ensaio controlado randomizado. **N:** 20 pacientes completaram o teste pós-cirúrgico de 3 semanas. **Testes pré-cirúrgico****na inscrição:** consistia em força muscular na perna não lesionada usando dinamômetro isocinético e avaliações clínicas e orientadas para o paciente.**Teste 1 semana antes da cirurgia:** foi idêntico ao da inscrição, masincluiu testes de força muscular bilateral medida por dinamômetro isocinético.**Atividade física:** foi medida com acelerômetro por trêsperíodos de 5 dias entre o momento da inscrição e cirurgia e durante as primeiras 3 semanas após a cirurgia.**Intervenção:** os pacientes randomizados para NMES no quadríceps da perna lesionada/operada começaram a intervenção dentro de 3 semanas após a lesão e continuaram até 3 semanas após a cirurgia. A EENM foi descontinuada imediatamente antes da cirurgia e retomada 72 horas após a cirurgia. Os pacientes foram submetidos à EENM em casa 5 dias por semana durante 60 minutos por dia (5 minutos de aquecimento, 50 minutos de sessão de estimulação e 5 minutos de relaxamento). Para remover o viés de pacientes antecipando um benefício de um tratamento ativo, os pacientes randomizados para MENS foram submetidos à estimulação simulada (ou seja, dispositivo administrado sem corrente elétrica) e foram informados de que o dispositivo administrava MENS imperceptível para mitigação da dor. Os pacientes do grupo NMES foram informados de que, além de causar contrações, tinha efeitos de atenuação da dor para distribuir qualquer efeito placebo igualmente entre os grupos. Os participantes foram submetidos a MENS (simulação) em casa 5 dias por semana durante 60 minutos por dia. **Reavaliação:** 3semanas após a cirurgia, amostras de biópsia percutânea bilaterais foram retiradas dos músculos vasto lateral etomografia computadorizada realizada. | **Tamanho das fibras****Musculares**: 3 semanas após RLCA foram encontrados efeitos nas pernas (ou seja, comparação entre pernas lesionadas e não lesionadas; todos P \ 0,001) para todos os tipos de fibras. **Atrofia das fibras musculares** foi reduzida pela NMES, por meio de efeitos nas fibras de cadeia pesada de miosina (MHC) II de contração rápida (P\ 0,01 a P\ 0,001), e também com NMES preservou a **contratilidade nas fibras MHC I de contração lenta** (P\.01 a P\.001). **Atividade física** não houve diferenças entre os grupos antes da cirurgia ou durante as três primeiras semanas depois da cirurgia. |
| Forogh B. Adding high-frequency transcutaneous electrical nerve stimulation to the first phase of post anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation does not improve pain and function in young male athletes more than exercise alone: a randomized single-blind clinical trial | Avaliar a eficácia da adição de TENS a um regime de exercícios específicos durante a primeira fase da reabilitação após a cirurgia do LCA (0-4 semanas após a cirurgia) na melhora da dor, ADM e função. | Estudo de ensaio clínico randomizado. **N:** 7O atletas do sexo masculino (jogadores de futebol, vôlei e basquete e lutadores), após cirurgia de reconstrução do LCA. **Avaliação:** antes do início do programa de reabilitação [após a cirurgia]: Dor medida pela escala visual analógica [EVA], capacidade funcional medida pelo questionário do International Knee Documentation Committee (IKDC) e amplitude de movimento do joelho utilizando um goniômetro universal. **No grupo intervenção**, foi utilizado um aparelho TENS, por 35 min ao redor a área dolorida no joelho por 20 sessões (todos os dias, exceto fins de semana) durante 4 semanas após a cirurgia. Na primeira fase da reabilitação (durante as primeiras 4 semanas após a cirurgia), os mesmos exercícios foram instruídos para ambos os grupos, incluindo: amplitude de movimento passivo do joelho (PROM) (extensão do joelho supino, suspensão do calcanhar prono, slides na parede supino), isométricos séries de quadríceps/isquiotibiais, co-contração, aperto de toalha, amplitude de movimento ativa (AROM) (deslizamentos de calcanhar), exercício de resistência progressiva (PREs), *leg* *press* supino, elevações de calcanhar, bicicleta quando apropriado, exercícios de step (iniciar em um passo de 2 polegadas), treinamento de gate usando muletas, carga conforme tolerado, deslocamento de peso e mobilização articular (deslizamentos da patela, deslizamentos tíbio-femorais). Foi aplicado um protocolo de exercício semi-supervisionado. Os pacientes de ambos os grupos participaram de sessões de reabilitação todos os dias e os exercícios foram instruídos e demonstrados para ambos os grupos. Todos os pacientes realizaram exercícios na clínica para garantir o desempenho correto e, em seguida, os dois grupos foram solicitados a realizar exercícios em casa de forma idêntica, de acordo com a prescrição do terapeuta. Um panfleto contendo as fotos e as explicações dos exercícios foi entregue aos pacientes para garantir a adesão. Os níveis de intensidade foram individualizados para cada paciente e foram aplicadas variações na repetição e na resistência. Os pacientes realizaram os exercícios domiciliares prescritos, e foi entregue um panfleto em branco onde anotavam o número de repetições realizadas para controle do fisioterapeuta. Além disso, a TENS também foi aplicada para os pacientes do grupo intervenção. Se pelo menos 80% das repetições prescritas para todos os exercícios fossem realizadas em casa (anotadas pelo paciente), a adesão naquele dia específico era considerada positiva. A adesão foi incentivada por meio de acompanhamento telefônico pelo fisioterapeuta assistente **Foram reavaliados** os resultados nos grupos após 4 e 14 semanas: dor, capacidade funcional e amplitude de movimento do joelho usando as mesmas ferramentas da avaliação.  | **Não houve efeitos significativos entre os grupos:** Função:[P/0,66], Dor: [P/0,65] e ADM [P/0,58].  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Publicação | Objetivos  | Métodos  | Resultados |
| Moran MU et al. Functional electrical stimulation following anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled pilot study | Investigar a viabilidade da aplicação da estimulação elétrica funcional do quadríceps (FES) durante a caminhada, além da reabilitação padrão, na fase inicial da reabilitação do LCA. | Estudo de ensaio clínico randomizado**N**: 23 participantes candidatos a cirurgia minimamente invasiva de reconstrução do lca foram selecionados.**Avaliação**: os resultados foram avaliados a duas semanas antes da RLCA.A velocidade da marcha foi medida através do teste de caminhada de 10m (10MWT). A simetria da marcha foi avaliada enquanto os sujeitos andavam em uma esteira por 6 minutos em caminhada média, velocidade obtida no TC10min. O único membro a porcentagem de apoio do ciclo da marcha foi medida usando o Sistema OPTOGait (Microgate, Bolzano, Itália). O torque máximo de contração isométrica voluntária foi usado para determinar a força do quadríceps. As medições foram realizadas utilizando o Biodex Multi-Joint System (Biodex Corp, NY, EUA). **Intervenção:** os pacientes de ambos os grupos participaram de um protocolo padrão de reabilitação pós-operatória, supervisionado por um fisioterapeuta Os principais marcos pós-operatórios foram Semana 1: amplitude de movimento (ADM) ativa/passiva do joelho de 0° a 90°; Semana 2: flexão do joelho maior que 110°, andar sem muletas, capacidade de usar bicicleta/subir escadas sem dificuldade, subir escadas recíprocas, elevação da perna esticada sem atraso na extensão; Semana 3-4: ADM de flexão do joelho até 10° do lado não envolvido, força do quadríceps em pelo menos 60% do lado não envolvido. O sistema de estimulação elétrica utilizado neste estudo (NESS L300Plus, Bioness, Valencia, CA) permite a aplicação.Os participantes do grupo FES receberam FES no quadríceps por 10 minutos, três dias por semana, enquanto caminhava, além do protocolo de reabilitação padrão. Os indivíduos do grupo EENM usaram a mesma energia elétrica sistema de estimulação (ou seja, colocação idêntica de eletrodos e parâmetros de estimulação) ao aplicar sua EENM modo de treinamento sem associação com movimento. O treinamento EENM foi realizado por 10 min, 3 dias por semana, além do protocolo padrão de reabilitação. O ciclo de trabalho foi de estimulação de 10s com pausa de 10 segundos.**Reavaliação:** as medidas dos resultados foram reavaliadas após 4 semanas reavaliadas após 4 semanas de RLCA. | **Velocidade da Marcha**: não foram encontradas diferenças significativas de resultados entre os grupos (p < 0,344).**Simetria da marcha membro operado/não operado:** não foram encontradas diferenças significativas de resultados entre os grupos (p < 0,500). **Força máxima 4 semanas/pré-ACLR (proporção):** no grupo FES foram encontradas diferenças significativas de resultados em relação ao grupo EENM (p = 0,02).**Simetria de pico de força membro operado/não operado (proporção) Pré-RLCA:** no grupo FES foram encontradas diferenças significativas de resultados em relação ao grupo EENM (p = 0,01). |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Rhim HC et al. Effectiveness of modeling videos on psychological responses of patients following anterior cruciate ligament reconstruction A pilot randomized trial | Examinar a viabilidade de uma intervenção de modelagem em vídeo de 6 meses na modificação de fatores de risco psicológicos após RLCA. O objetivo secundário foi comparar os resultados funcionais entre os grupos controle, placebo e intervenção aos 3 e 6 meses após a cirurgia. | Estudo de ensaio clínico randomizado cego.**N:** 32 pacientes submetidos a RLCA, foram selecionados para análise.**Avaliação**: participantes foram avaliados no início do estudo, antes da RLCA e durante a hospitalização, a autoeficácia, a prontidão psicológica para retornar ao esporte e o medo de nova lesão/movimento foram avaliados usando a Escala de Auto eficácia do Joelho (K -SES), escala de retorno ao esporte após lesão do ligamento cruzado anterior (ACL-RSI) e escala de Tampa para cinesiofobia (TSK-11).O Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) foi utilizado para avaliar os sintomas e a função do joelho 3 meses após a cirurgia.**Intervenção:** os participantes elegíveis foram randomizados e separados por sorteio entre os grupos: intervenção, controle e placebo.**Grupo controle:** o grupo controle foi submetido à reabilitação pós-operatória padrão, composta de três fases. Durante a fase inicial, que durou 6 semanas, os pacientes se concentraram no controle da dor, na recuperação de toda a amplitude de movimento funcional e na obtenção de marcha normal. A segunda fase teve como objetivo restaurar a força muscular e a propriocepção e durou até 12 semanas. A fase final começou após 12 semanas e focou na melhoria do desempenho funcional. **Grupo de intervenção: s**eis vídeos tinham duração semelhante (5 minutos) e refletiam 6 momentos diferentes: período pré-operatório, da hospitalização até 2 semanas, 2 a 6 semanas, 6 semanas a 3 meses. Nos vídeos, os modelos discutiram sua experiência com lesões, expectativas e recuperação e realizaram tarefas pós-operatórias e exercícios de reabilitação com tempo correspondente.**Grupo Placebo: s**eis vídeos de placebo foram desenvolvidos e consistiram de slides em PowerPoint que explicavam o processo de reabilitação do LCA. Por exemplo, o primeiro vídeo com placebo exibiu a epidemiologia das lesões do LCA, a anatomia do LCA e os mecanismos da lesão do LCA.**Reavaliação:** os participantes foram reavaliados às 2 semanas, às 6 semanas, aos 3 meses após a cirurgia, usando as mesmas ferramentas da avaliação. | **Escala de K-SES:** os escores melhoraram com significância estatística nos grupos de intervenção, placebo e controle (P = 0,05, 0,01, 0,00).**Escala de ACL-RSI:** as pontuações não foram significativamente diferentes entre os grupos de intervenção, placebo e controle (P = 0,113, 0,152, 0,067).**Escala de TSK-11:** as pontuações TSK-11 não foram significativamente diferentes nos grupos de intervenção, placebo e controle (P = 0,235, 0,059, 0,095).**Escala de KOOS:** as pontuações da subescala KOOS não foram significativamente diferentes entre os grupos de intervenção, placebo e controle (P= 0,866 0,84 0,916). |

**Discussão**

O número de indivíduos incluídos nos estudos variou de 23 a 70, totalizando 178. Dentre esses, 90 indivíduos receberam alguma modalidade terapêutica e 88 receberam uma intervenção placebo. A maior amostra foi a de um estudo realizado no Irã com 70 indivíduos17.

A idade dos participantes incluídos variou entre 18 a 50 anos. Está comprovado que lesões de ligamento cruzado anterior são mais comuns em indivíduos entre 10 e 29 anos, em que se encontram em uma fase da vida mais ativa, sendo praticantes de esportes, o que o leva a serem mais propício a lesão22. Em todos os estudos foram incluídos indivíduos de ambos os sexos, predominando os homens, tanto do grupo de estudo como no controle, sendo a amostra total composta por 115 homens e 63 mulheres. O predomínio do sexo incluído nos estudos pode ser explicado através de estudos de perfis epidemiológicos provando a prevalência da lesão ser de 57% no sexo masculino, enquanto no sexo feminino, 43%22.

Os autores dos estudos que compuseram a presente revisão elegeram critérios de inclusão e exclusão semelhantes em seus estudos. Foram abordados na inclusão pacientes que sofreram lesão (ruptura) apenas da estrutura do ligamento cruzado anterior, e que realizaram a reconstrução do mesmo. Somente no estudo de Toth et al (2020)18, os pacientes recrutados poderiam apresentar lesão meniscal. Em casos que houveram lesão ligamentar múltipla, doenças sistêmicas, doenças neurológicas, históricos de cirurgias anteriores de joelho e pacientes que não conseguiam cumprir com o protocolo de reabilitação foram excluídos.

Para avaliação da força muscular houve a utilização do dinamômetro isocinético como ferramenta elegível em todos os estudos de Toth et al. (2020)18, Moran et al. (2019)20 e Hughes et al. (2019)19. Essa ferramenta de avaliação é a mais utilizada em pesquisas por ser um instrumento amplamente validado e frequentemente utilizado como padrão ouro para avaliações de força muscular23. Portanto, a dinamometria isocinética possibilita avaliar o desempenho muscular de forma rápida e confiável, em um arco de movimento com velocidade constante e programável24.

Somente Hughes et al. (2019)19 acrescentaram na avaliação de seu estudo teste de força unilateral realizada no *leg press* na intenção de um resultado mais fidedigno dessa variável. Além disso, os autores também usaram ferramentas como fita métrica flexível para avaliar e efusão da articulação referida e também artrômetro, ferramenta de possibilita observar a flacidez articular do joelho.

Houve unanimidade na escolha da ferramenta entre as pesquisas no pós-operatório de RLCA, onde avaliaram função e dor pré e pós intervenções realizadas. Toth et al. (2020)18, Rhin et al. (2018)21, Forogh et al. (2017)17 e Hughes (2019)19 utilizaram o Comitê Internacional de Documentação do Joelho (IKDC), O Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score, ferramenta usada para avaliar a opinião do paciente sobre seu joelho e problemas associados, incluindo subescalas de dor, sintomas, função nas atividades da vida diária e qualidade de vida relacionada ao joelho. Apenas Forogh et al. (2017)17 utilizam a ferramenta Escala visual analógica (EVA) além do formulário de IKDC. A EVA consiste em escore de aferição da intensidade de dor pelo paciente. Para utilizar a EVA o avaliador deve questionar o paciente quanto ao seu grau de dor, sendo que 0 significa ausência total de dor e 10 o nível de dor máxima suportável pelo paciente.

Visando avaliar a amplitude de movimento do joelho pós RLCA, houve homogeneidade entre autores na utilização da ferramenta de goniômetro de precisão do tipo analógica17,18,19. A realização da goniômetria da articulação do joelho usa o trocanter maior fêmur como ponto fixo de referência, já o braço móvel distal foi alinhado usando o maléolo lateral como ponto móvel de referência, enquanto o paciente é solicitado a realizar o movimento máximo possível de forma ativa.25

Toth et al. (2020)18 se diferenciou das demais pesquisas usando a proposta de examinar se o uso da eletroestimulação poderia preservar o tamanho e função contrátil do músculo quadríceps realizado logo após lesão de rotura do LCA, e mantido pós RLCA. Nisso, o estudo usou ferramentas de avaliações diferentes como biópsia dos músculos vasto lateral onde foi realizado bilateralmente. Uma parte do músculo foi congelada e armazenada a -80C até a nova análise, e tomografia computadorizada para analisar o tamanho do músculo da coxa antes e depois das intervenções.

Vale ressaltar que apenas o estudo de Moran et al. (2020)20 foi incluído na presente revisão que avaliou a viabilidade do uso da eletroestimulação (FES), pós RLCA, nos primeiros 3 meses de reabilitação. As medidas de resultado de eficácia após 15 dias de cirurgia foram velocidade de marcha e marcha simetria. A velocidade da marcha foi avaliada através do teste de caminhada de 10m (TC10min) instruídos a caminhar em uma velocidade auto selecionada considerada confortável, realizando o teste duas vezes. Já a caminhada simétrica foi avaliada enquanto os sujeitos andavam em uma esteira por 6 minutos em caminhada média, velocidade obtida no TC10min. A porcentagem de apoio dos membros inferiores no ciclo da marcha foi medida usando o Sistema OPTOGait (Microgate, Bolzano, Itália). O sistema OPTOGait é uma ferramenta que permite que obtenha parâmetros espaço-temporais da marcha sem o uso de marcadores adicionais.

Em relação às intervenções, os autores Forogh et al. (2018)17, Moran et al. (2019)20 e Rhin et al. (2018)21 apresentaram programas de reabilitação fisioterapêutica convencional semelhantes além das modalidades de técnicas propostas de cada estudo. Os exercícios eram orientados e supervisionados por um profissional de fisioterapia membro do grupo de pesquisadores em frequências semelhantes. A fisioterapia convencional na reabilitação do joelho pós RLCA, em sua primeira fase, presente nos estudos, consistia em controle do quadro álgico, restabelecimento da amplitude de movimento, obtenção de marcha normal, ganho de força, equilíbrio e propriocepção.

Diferentemente dos demais autores da presente revisão, os autores Rhin et al. (2018)21, buscaram avaliar aspectos não físicos, ou seja, componentes psicológicos dos fatores de riscos em pacientes submetidos a RLCA, com vídeos de modelagem de pacientes que já passaram pelo processo de reabilitação de RLCA, na intenção de diminuir o impacto psicológico perante ao processo de reabilitação. Questionários foram utilizados como ferramentas para avaliar a função do joelho, a prontidão psicológica para retornar ao esporte e o medo de nova lesão/movimento, usando a Escala de Autoeficácia do Joelho (K -SES), escala de retorno ao esporte após lesão do LCA e (ACL-RSI) e escala de Tampa para cinesiofobia (TSK-11). O desenho do estudo foi conduzido para comparar os 3 grupos a seguir: um grupo controle (fisioterapia padrão), em que realizaram somente exercícios fisioterapêuticos; grupo placebo em que os pacientes assistiam a um vídeo placebo além de receber a fisioterapia padrão; e um grupo de intervenção em que os participantes assistiram a um vídeo de modelagem e receberam a fisioterapia padrão. A reavaliação ocorreu três meses após intervenções e não obteve resultados significativos entre os grupos.

O pesquisadores Moran et al. (2019)20 e Toth et al. (2020)18 praticaram da mesma ferramenta para intervenção, o uso da eletroestimulação neuro muscular (EENM). Porém, com modos de uso e parâmetros diferentes, por exemplo no estudo de Moran et al. (2019)20, os indivíduos foram divididos em grupos para corrente FES de quadríceps sincronizado com caminhada ou grupo EENM de quadríceps. Ambas as condutas foram realizadas durante 10 minutos, três dias por semana. O grupo intervenção recebeu corrente FES enquanto caminhava. Os pacientes do grupo controle usaram a mesma energia elétrica do sistema de estimulação (ou seja, colocação idêntica de eletrodos e parâmetros de estimulação). Ao aplicar EENM modo de treinamento, os pacientes foram encorajados a ativar voluntariamente o músculo quadríceps durante todo o treinamento. Já Toth et al. (2020)18 dividiu os indivíduos em grupo intervenção para tratamento com EENM e grupo placebo. Os indivíduos do grupo intervenção foram submetidos à EENM em casa, 5 dias por semana, durante 60 minutos por dia (5 minutos de aquecimento, 50 minutos de sessão de estimulação e 5 minutos de relaxamento). Já o outro grupo recebeu intervenção placebo (estimulação elétrica nervosa por microcorrente simulada) para o músculos quadríceps da perna lesionada com a mesma frequência de uso do dispositivo em relação ao grupo intervenção. Vale ressaltar que ambos os autores buscaram investigar variáveis semelhantes com foco de preservar a função considerada normal de quadríceps pós-reconstrução do LCA, e tiveram resultados significativos, provando que cinesioterapia associada com recursos de EENM é um técnica viável em casos que se assemelham.

Forogh et al. (2017)17 analisou a estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) em atletas a fim de obter um melhor desempenho em relação à dor e função do joelho durante a primeira fase de reabilitação pós RLCA. O autor então separou dois grupos e foram realizadas as seguintes condutas: no grupo intervenção foi utilizado um aparelho TENS 35 min por 20 sessões (todos os dias, exceto fins de semana); no grupo controle foram realizados apenas exercícios isolados de reabilitação do joelho sem adição de TENS. Os exercícios foram instruídos para ambos os grupos e consistiam em amplitude de movimento ativos e passivos do joelho, exercícios de força e resistência, bicicleta quando apropriado, exercícios de step, treinamento de descarga de peso usando muletas, carga conforme tolerado e mobilização articular (deslizamentos da patela, deslizamentos tíbio-femorais).

No entanto, na presente revisão, o estudo de Hughes (2019)19 analisou também as mesmas variáveis, porém com modalidades de intervenções diferentes; os pesquisadores dividiram dois grupos. No grupo intervenção os pacientes realizaram exercícios como bicicleta em carga leve, *leg press* e exercícios ativos de mobilidade, supervisionados por um fisioterapeuta usando garroteamento (manguito de restrição de fluxo sanguíneo). Já o segundo grupo realizou apenas exercícios (os mesmos do grupo intervenção) sem o uso de garroteamento. Notou-se que a dor e função dos pacientes submetidos a exercícios com ou sem restrição de fluxo obteve melhoras significativas nos dois grupos, o que reforça o resultado do estudo de Forogh et al. (2017) de que apenas exercícios isolados podem colaborar na melhora da dor e função sem adição de TENS.

**Conclusão**

Nos estudos que compõe a presente revisão, a maioria das modalidades fisioterapêuticas utilizadas nas primeira fase de reabilitação pós RLCA, foram cinesioterapia supervisionada, recursos da eletroterapia EENM e TENS, modalidades de treinamento com restrição de fluxo e intervenção de vídeos de modelagem nas respostas psicológicas.

**Referências**

1. Smith HC, Vacek P, Johnson RJ, et al. Risk factors for anterior cruciate ligament injury: a review of the literature - part 1: neuromuscular and anatomic risk. Sports health. 2012;4(1):69-78.
2. Kiapour AM, Murray MM. Basic science of anterior cruciate ligament injury and repair. Bone & joint research. 2014;3(2):20-31.
3. Roth TS, Osbahr DC. Knee Injuries in Elite Level Soccer Players. American journal of orthopedics. Belle Mead, NJ. 2018;47(10).
4. Lohmander LS, Ostenberg A, Englund M, Roos H. High prevalence of knee osteoarthritis, pain, and functional limitations in female soccer players twelve years after anterior cruciate ligament injury. Arthritis and rheumatism. 2004;50(10):3145-52.
5. Giaconi JC, Allen CR, Steinbach LS. Anterior cruciate ligament graft reconstruction: clinical, technical, and imaging overview. Topics in magnetic resonance imaging : TMRI. 2009;20(3):129-50.
6. Nunes JF. et al. Tratamento conservador das lesões do LCA. R. Soc. Bras*.* 2003:1.
7. Ajuied A, Wong F, Smith C, et al. Anterior cruciate ligament injury and radiologic progression of knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. The American journal of sports medicine. 2014;42(9):2242-52.
8. Beynnon BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. The American journal of sports medicine. 2005;33(10):1579-602.
9. Haute Autorité de Santé. Recommendation pour la practique clinique - Critères de suivi en rééducation et d'orientation en ambulatoire ou en soins de suite ou de réadaptation après ligamentoplastie du croisé antérieur du genou. [Internet]. Janeiro 2008 [cited 2011 Mar 13]. A
10. Iriuchisima T, Horaguchi, T, Morimoto Y, Negishi S, Kubomura T, Motojima S, Tokuhashi Y, Suzuki S, Saito A. Intensity of Physiotherapy after anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of two rehabilitation regimen. Arch Orthop Trauma Surg. 2010;130:1053-1058.
11. Van Grissven S, Van Cingel REH, Holla CJM, van Loon CJM. Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surg Sports Traumtol Arthrosc. 2010;18:1128-1144.
12. Beynnon BD, Uh BS, Jonhson RJ, Abate JA, Nichols CE, Fleming BC, Poole AR, Roos H. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction - A prospective, randomized, double-blind comparison of programs administered over 2 different time intervals. The American Journal of Sports Medicine. 2005;33(3): 347-359
13. Shaw T. Accelerated rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. Physical Therapy in Sport. 2002;3:19-26.
14. Adams D. et al. Current concepts for anterior cruciate ligament reconstruction: a criterion-based rehabilitation progression. J Orthop Sports Phys Ther. 2012;42:601-14.
15. Wilk KE et al. Avanços recentes na reabilitação de lesões do ligamento cruzado anterior. J Orthop Física Esportiva. 2012;42(3):153-71.
16. Aquino CF.Fatores contribuintes para o sucesso da reabilitação de atletas amadores e recreacionais submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior [Tese de doutorado].Belo Horizonte:Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional; Universidade Federal de Minas Gerais; 2019.
17. Forogh B. A adição de estimulação elétrica nervosa transcutânea de alta frequência à primeira fase da reabilitação pós-reconstrução do ligamento cruzado anterior não melhora mais a dor e a função em jovens atletas do sexo masculino do que apenas o exercício: um ensaio clínico randomizado simples-cego. Deficiência e Reabilitação. 2017;41(5):1-9.
18. Toth MJ et al. Utility of Neuromuscular Electrical Stimulation to Preserve Quadriceps Muscle Fiber Size and Contractility After Anterior Cruciate Ligament Injuries and Reconstruction A Randomized, Sham-Controlled, Blinded Trial.
Am J Sports Med. 2020;48(10):2429-2437.
19. Hughes L et al. Comparing the Efectiveness of Blood Flow Restriction and Traditional Heavy Load Resistance Training in the Post‑Surgery Rehabilitation of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients: A UK National Health Service Randomised Controlled Trial. Medicina Esportiva. 2019;49(11):1787-1805.
20. Moran U, Gottlieb U, Gam A, Springer S. Estimulação elétrica funcional após reconstrução do ligamento cruzado anterior: um estudo piloto randomizado controlado. J Neuroeng Reabilitação. 2019;16(1):89.
21. Rhim HC, Lee SJ, Jeon JS, Kim G, Lee KY, Lee JH, Jang K-M. Eficácia da modelagem de vídeos nas respostas psicológicas de pacientes após reconstrução do ligamento cruzado anterior: um ensaio piloto randomizado. Medicina. 2020;99(45):e23158.
22. Fabricio Junior JCA. Um estudo comparativo entre dois protocolos fisioterapêuticos: convencional x acelerado nos pacientes submetidos à reconstruçãodo ligamento cruzado anterior [Dissertação de mestrado]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2015.
23. Stark T, Walker B, Phillips JK, Fejer R, Beck R. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. PMeR. 2011;3(5):472-479.
24. Tlatoa RHM. Torque máximo absoluto e índice convencional isocinético de rodilla en futebolistas profesionales del 2007 al 2012. Rev Med Inv. 2014;2(2):154-62.
25. Brosseau L et al. Confiabilidade intra e intertestadores e validade de critério do paralelogramo e dos goniômetros universais para mensuração da flexão e extensão ativa máxima do joelho em pacientes com restrições de joelho. Arch Phys Med Reabilitação. 2001;82(3):396-402.