

UNIVERSIDADE GAMA FILHO
VICE-REITORIA ACADÊMICA
COORDENACAO DE PÓS-GRADUAÇÃO E ATIVIDADES
COMPLEMENTARES
PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA TRAUMATO-ORTOPÉDICA

***A EFICÁCIA DA PLIOMETRIA NA FASE FINAL DE RECUPERAÇÃO
EM ATLETAS NO PÓS LIGAMENTOPLASTIA DE CRUZADO
ANTERIOR.***

Por
Ernani Lopes Iebra

Rio de Janeiro
2011

UNIVERSIDADE GAMA FILHO
VICE-REITORIA ACADÊMICA
COORDENACAO DE PÓS-GRADUAÇÃO E ATIVIDADES COMPLEMENTARES
PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA TRAUMATO-ORTOPÉDICA

***A EFICÁCIA DA PLIOMETRIA NA FASE FINAL DE RECUPERAÇÃO
EM ATLETAS NO PÓS LIGAMENTOPLASTIA DE CRUZADO
ANTERIOR.***

Artigo apresentado à Universidade Gama Filho como requisito parcial para a conclusão do curso de pós-graduação *lato sensu* em Traumato-Ortopédica.

Por:
Ernani Lopes Iebra

Prof. Orientador:
Metodologia: Ms. João Irineu Wittmann

Rio de Janeiro

2011

Referência Bibliográfica

IEBRA, EL. A eficácia da pliometria na fase final de recuperação em atletas no pós Ligamentoplastia de Cruzado Anterior. 2011. 99 p. Artigo. (Curso de pós-graduação com especialização de Fisioterapia em Traumato-Ortopédica). Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro, 2011.

Palavras Chave: Pliometria, ligamento cruzado anterior, ruptura total do ligamento cruzado anterior, ligamentoplastia de Cruzado Anterior, tratamento fisioterapêutico pós ligamentoplastia de LCA, propriocepção.

RESUMO

A **pliometria** é uma técnica conhecida para aumentar a potência muscular e melhorar o rendimento atlético, porém, só recentemente, sua importância na prevenção e na reabilitação de lesões está sendo discutida. Os exercícios pliométricos são definidos como aqueles que ativam o ciclo excêntrico-concêntrico do músculo esquelético, provocando sua potenciação mecânica, elástica e reflexa. Esse ciclo refere-se às atividades concêntricas precedidas por uma ação excêntrica, cujo propósito é aumentar a força explosiva do músculo pelo armazenamento de energia elástica na fase de pré-alongamento e sua reutilização durante a contração concêntrica, além da ativação do reflexo miotático. O **objetivo** deste trabalho de revisão bibliográfica é descrever as bases mecânicas, elásticas e neurofisiológicas da pliometria, assim como, a sua importância na reabilitação de atletas, haja vista que eles precisam retornar de forma precoce e segura ao esporte competitivo. Para isso, foram utilizados livros e artigos científicos nacionais e internacionais. Pôde-se observar que esses exercícios são usados na fase final da reabilitação de vários tipos de lesões musculoesqueléticas, tanto dos membros inferiores, quanto dos superiores e também na prevenção de alguns tipos de lesões, pois, acredita-se que eles são capazes de desenvolver força explosiva, aumentar a resposta muscular e melhorar a coordenação neuromuscular. **Conclui-se**, que é fundamental para o fisioterapeuta do esporte conhecer o conceito e a aplicação clínica da pliometria na prevenção e no tratamento das lesões esportivas para poder elaborar um programa de tratamento seguro e eficiente.

ABSTRACT

Plyometrics is known by its ability to increase muscular power and to improve the athletic performance; however, just recently its importance in rehabilitation has been discussed. The plyometrics exercises are defined as those ones that activate the stretch-shortening cycle of the skeletal muscle, stimulating its mechanic, elastic and reflex potentiation. This cycle refers to the concentric activities preceded by an eccentric action, whose purpose is to increase the muscle explosive strength by the storage of elastic energy in the pre-stretching and its use during concentric contraction. The aim of this review article is to describe the mechanic, elastic and neurophysiologic basis of plyometric, as its importance in athletes rehabilitation because they need to return early and safe to the competitive sport. To write this review, national and international books and articles were used. We could see that these exercises are used at the final phase of rehabilitation of a sort of lesions in the musculoskeletal system, for both upper and lower limbs and even to prevent some kind of lesions, because we believe they are capable to develop explosive strength, increase muscle reactivity and improve the muscle coordination. The conclusion is that it is fundamental for the sport physical therapist to know the concept and clinical application of plyometric to prevent or treat lesions and to elaborate a safe and efficient treatment program.

Key-words: Plyometrics, anterior cruciate ligament, total rupture of the anterior cruciate ligament, ligament of Anterior Cruciate Ligament, physiotherapy treatment of ACL ligament, proprioception.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
ANATOMIA DO JOELHO	2
LIGAMENTOPLASTIA DO CRUZADO ANTERIOR	4
<i>Diagnóstico</i>	4
<i>Lesões</i>	5
<i>Tratamento Cirúrgico</i>	6
HISTÓRIA DA PLIOMETRIA.....	7
<i>Tipos de Fibras Musculares</i>	9
<i>Tipos de Contração Muscular</i>	10
<i>Avaliação e Testes Específicos</i>	12
DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE EXERCÍCIOS DE PLIOMÉTRIA.....	15
<i>Intensidade</i>	15
<i>Duração</i>	15
<i>Frequência</i>	15
<i>Recuperação</i>	16
DISCUSSÃO	16
CONCLUSÃO.....	17
REFERÊNCIAS	17

INTRODUÇÃO

A maioria das atividades desportivas, como saltar e arremessar, utiliza uma alternância de contrações musculares, denominada de ciclo alongamento-encurtamento, ou seja, um mecanismo fisiológico cuja função é aumentar a eficiência mecânica dos movimentos, nos quais ocorre uma contração muscular excêntrica, seguida, imediatamente, por uma ação concêntrica [1] .

Pliometria é a denominação aplicada a exercícios que tem suas raízes na Europa, onde era originalmente conhecido como treinamento de pulos. Em 1975, o termo pliometria foi cunhado por um treinador de atletismo americano, chamado Fred Wilt. Com base nas suas origens latinas, Plio + Metria é interpretado como “aumentos mensuráveis” [2].

Os treinadores norte- americanos já usavam pular corda e saltos com bancos, porém não conheciam sua base fisiológica. Foi, então, o treinador soviético Yuri Verkhoshanski, durante o final da década de 60, quem começou a transformar o que eram apenas saltos aleatórios, em treinamento pliométrico organizado [3] .

Komi, Bosco e Cavagna foram pesquisadores que publicaram informações que levaram a teoria do “estende-encurta”, como meio auxiliar para aprimoramento do desempenho do atleta [4].

O exercício pliométrico é composto por um ciclo formado inicialmente por uma ação muscular excêntrica, seguida por uma ação isométrica também conhecida como fase de amortização e finalizada por uma ação concêntrica, analisando sempre o músculo agonista ao movimento realizado [1].

Um dos meios pelo qual se ativa o ciclo alongamento-encurtamento é a pliometria. Esse método é conhecido por desenvolver potência muscular em atletas. A potência representa o componente principal da boa forma física, que pode ser o parâmetro mais representativo do sucesso nos esportes que requerem força rápida e extrema [3].

O fundamento principal da pliometria é utilizar os componentes neurofisiológicos para combinar força e velocidade. [5].

O objetivo da fase final da reabilitação, quando o uso da pliometria é adequado, é a especificidade do treinamento, ou seja, movimento realizado pelo paciente no tratamento deve corresponder o máximo possível aos movimentos praticados durante a competição, sem prejudicar o estado de saúde do paciente [5].

O propósito dos exercícios de ciclo alongar-encurtar ou de contra movimento é melhorar a capacidade de reação do sistema neuromuscular e armazenar energia elástica durante o pré-alongamento, para que esta seja utilizada durante a fase concêntrica do movimento.

Esses exercícios promovem a estimulação dos proprioceptores corporais para facilitar o aumento do recrutamento muscular numa mínima quantidade de tempo. Além da importante contribuição desta técnica para o ganho de potência, de auxílio na melhora do desempenho de controle neuromuscular, porém, somente há pouco a sua importância na prevenção e reabilitação de lesões está sendo discutida. Dessa forma, este trabalho de revisão bibliográfica tem como objetivo descrever as bases mecânicas, elásticas e neurofisiológicas da pliometria, assim como, o seu papel na reabilitação e prevenção de lesões em atletas, haja visto que eles precisam retornar de forma precoce e segura ao esporte competitivo.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo revisar a literatura, sobre a eficácia dos exercícios pliométricos na recuperação de atletas no pós Ligamentoplastia de Cruzado Anterior.

O estudo constitui-se de Atualização Bibliográfica Sistematizada, em banco de dados periódicos capes, livros e revistas nacionais e internacionais (em inglês), (do período de 1989 a 2007), sites científicos de pesquisa (Lilacs, Medline, Biblioteca Cochrane, SciELO e Bireme) e artigos científicos.

ANATOMIA DO JOELHO

O joelho é a articulação intermédia do membro inferior, sendo esta uma articulação composta (constituída por três ossos: fêmur, tíbia e rótula) e complexa (possuindo dois meniscos que aumentam a congruência óssea e aumentam a área de distribuição de forças).

O complexo articular do joelho apenas possui um grau de liberdade que permite executar movimentos de flexão e extensão. No entanto, quando o joelho se encontra fletido surge um segundo grau de liberdade (grau acessório) que permite os movimentos de rotação. Nesta posição de instabilidade, o joelho está sujeito ao máximo a lesões ligamentares e

dos meniscos, no entanto, quando este se encontra em extensão está mais vulnerável a fraturas articulares.

Os ligamentos cruzados são estruturas ligadas à estabilidade do joelho que estão localizados no centro da articulação. O ligamento cruzado anterior (LCA) assim como o posterior (LCP), são extra sinoviais, apesar de intra-articulares.

O ligamento cruzado anterior tem origem no fêmur na porção pósterio-lateral do intercondilo e insere-se anteriormente à tibia. A inserção tibial é bem mais resistente que a femoral.

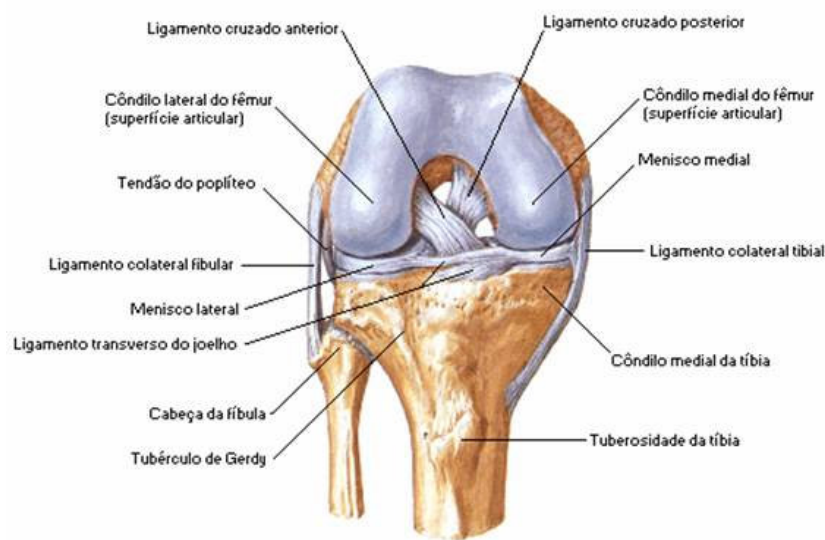


Fig. 1 - Ligamento Cruzado Anterior (vista anterior)

[HTTP://www.ligamentoplastia.com/index.html](http://www.ligamentoplastia.com/index.html)

Este ligamento possui duas bandas: a Antero medial e a Postero lateral. A primeira origina-se na porção mais proximal do LCA e insere-se na porção mais Antero-medial da sua inserção tibial e a segunda origina-se mais distal em relação à origem femoral e insere-se mais postero-lateral na inserção tibial, esta banda é o componente mais curto e de maior volume do LCA. A banda Antero medial encontra-se laxa na extensão e tensa na flexão a 70°.

O objetivo deste ligamento é resistir ao deslocamento anterior da tibia e à rotação medial do joelho, daí quando há ruptura deste ligamento a tibia se projetar para a frente do fêmur (gaveta anterior).

O LCA, tem a principal função de evitar a gaveta anterior, sendo um estabilizador primário. Ele atua secundariamente na restrição da rotação tibial e em menor grau na

angulação varo-valgo (quando o joelho está em extensão). Não possuindo ação na restrição da translação posterior da tíbia.

O joelho apresenta seis tipos de movimentos: três translações (ântero-posterior, médio-lateral, crânio-caudal), e sobre estes três eixos ocorrem três rotações (flexo-extensão, rotação interna-externa, varo-valgo), criando um movimento complexo do joelho. A mobilidade do joelho ocorre simultaneamente em mais de um eixo e de um plano.

LIGAMENTOPLASTIA DO CRUZADO ANTERIOR

As lesões do LCA ocorrem principalmente durante a prática de desportos como futebol, basquetebol, esqui e esportes de contato como artes marciais, nos quais o pé está fixo ao solo e a perna é rodada com o corpo.

A **incidência** deste tipo de lesões tem vindo a aumentar no sexo feminino, crianças, adolescentes e adultos com idades mais avançadas. Isto ocorre devido ao maior envolvimento desses indivíduos com práticas desportivas coletivas e que implicam a realização de movimentos de desaceleração brusca e mudanças de direção. Se compararmos homens e mulheres de uma mesma faixa etária que praticam a mesma atividade desportiva, podemos verificar que as mulheres, devido a particularidades anatómicas, hormonais, etc., se tornam mais suscetíveis a apresentar lesão do LCA. Assim, podemos concluir que nem a idade nem o sexo são fatores de prognóstico de quem vai desenvolver instabilidade anterior do joelho.

Diagnóstico

O **diagnóstico** baseia-se na história e no exame clínico do joelho. Segundo diversos autores o exame físico deve ser iniciado examinando-se em primeiro lugar o joelho sadio, dado que assim o doente vai-se sentir mais confiante e seguro quando se partir para a avaliação do joelho lesado. O exame físico deve compreender manobras de inspeção, nas quais se vai avaliar a marcha, arco de movimento, posições antálgicas, presença de edema, hematoma e atrofia muscular (principalmente do quadríceps). Após a inspeção, passa-se à palpação que tem como objetivo avaliar os pontos de dor, derrames articulares, processos inflamatórios e crepitação local. Depois de concluída a inspeção e a palpação passa-se à execução de testes específicos para avaliação da integridade do cruzado anterior (ex. teste da gaveta anterior). A ressonância magnética é o exame mais confiável

que pode auxiliar no diagnóstico de rupturas ligamentares e de lesões meniscais, no entanto, a sua realização e interpretação necessita de grande experiência.

Lesões

As **lesões** do ligamento cruzado anterior ocorrem geralmente após entorses seguidas de derrames, na maior parte das vezes com hemartrose. A sua ruptura é a lesão mais comum nos jogadores de futebol. O mecanismo clássico de lesão do LCA é de uma torção com o pé fixo no solo (cadeia fechada), o que provoca um deslocamento da tibia anteriormente em relação ao fêmur. Porém outros tipos de traumatismos também podem levar a lesões do LCA, principalmente durante a prática desportiva. O LCA pode ser lesado em toda a sua circunferência ou apenas numa percentagem da mesma. As lesões parciais são freqüentes, pois levam a incapacidade temporária podendo ser estáveis e não havendo ruptura na sua evolução.



Fig. 4 - Mecanismo de Lesão do LCA

[HTTP://www.ligamentoplastia.com/ligamentoplastia-lca.html](http://www.ligamentoplastia.com/ligamentoplastia-lca.html)

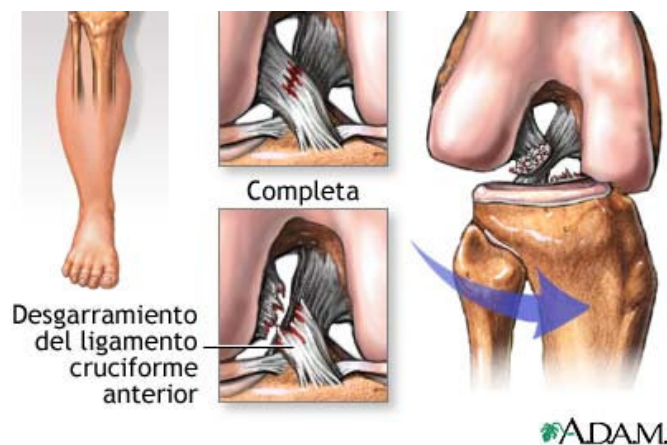


Fig. 5 - Ruptura Parcial e Total do LCA

[HTTP://www.ligamentoplastia.com/ligamentoplastia-lca.html](http://www.ligamentoplastia.com/ligamentoplastia-lca.html)

Tratamento Cirúrgico

O **tratamento cirúrgico** tem apresentado um grande desenvolvimento nos últimos anos, devido ao avanço tecnológico nas alternativas de enxerto e métodos de fixação. O tratamento é realizado através da substituição do ligamento lesado por um enxerto substituto. Este enxerto pode ser uma parte do tendão patelar, ou tendões dos isquiotibiais, do próprio paciente ou enxertos de cadáveres (ex.: tendão do calcâneo). A sutura direta do ligamento rompido não apresenta bons resultados. O objetivo na cirurgia é colocar o enxerto substituto na localização e tensão do ligamento original. O enxerto pode ser fixado através de parafusos, fios, pinos e arruelas.

O **tratamento conservador** (não cirúrgico) é executado em pacientes mais idosos, sem a ambição de praticar desporto, e é realizado através da fisioterapia, com fortalecimento dos músculos que ajudam a impedir a anteriorização da tibia. A ruptura do ligamento muitas vezes favorece as lesões meniscais, sendo necessário recorrer-se à reconstrução do ligamento antes destas aparecerem. Nestes casos, se possível, o tratamento cirúrgico visa uma sutura da lesão meniscal associada a uma reconstrução ligamentar. A evolução de uma lesão não tratada do LCA num jovem desportista traduz-se no aparecimento de Artroses (desgaste da cartilagem) vinte a trinta anos mais tarde após a lesão inicial.

FORTALECIMENTO MUSCULAR

O início de um trabalho muscular mais intenso após a fase aguda, visa aumentar a resistência e força dos grupos musculares que cruzam o joelho. Uma ênfase maior deve ser dado às estruturas que posteriorizam a tibia (isquiotibiais e gastrocnêmicos). Os exercícios em cadeia cinemática aberta e fechada são excelentes para aumentar a resistência e força dos músculos trabalhados, no entanto, não nos podemos esquecer que os exercícios em cadeia cinemática aberta devem ser executados com muita cautela dado que podem ser agressivos para a articulação fêmur patelar. Os exercícios em cadeia cinemática fechada são os mais indicados dado que não provocam a anteriorização da tibia.

TREINO PROPRIOCEPTIVO

A propriocepção pode ser definida como a capacidade inconsciente de sentir o movimento e a posição de uma articulação no espaço. No joelho ela é mediada por mecano-receptores situados nas suas principais estruturas como LCA, LCP, ligamentos colaterais, cápsula articular, tendão patelar, meniscos etc. No paciente com lesão de LCA ao qual se institui um tratamento conservador, deve-se “treinar” o mesmo a usar os mecano-receptores íntegros, principalmente os capsulares que seriam os responsáveis pela co-contração dos isquiotibiais e gastrocnêmicos levando a uma proteção do joelho contra os “falseios”. A propriocepção é inicialmente trabalhada de uma maneira consciente por meio de exercícios de equilíbrio, de postura do joelho no espaço e tempo correto de atuação dos músculos flexores, etc. A repetição exaustiva deste treino consciente fará com que o mesmo se torne automático, e inconsciente preparando o paciente a usar seus músculos flexores antes de chocar o pé contra qualquer obstáculo, mesmo que com o solo. Existem várias técnicas (como o uso da tábua de Freeman, por exemplo) para se trabalhar a proprioceptividade do joelho.

HISTÓRIA DA PLIOMETRIA

Durante a década de 80, Donald Chu, publicou um artigo original que constituiu a primeira “obra científica” do treinamento pliométrico nos Estados Unidos, estes e outros artigos tentaram abranger a literatura Européia, de forma a atender às necessidades do atleta americano, logo a pliometria se tornou conhecida como a ligação entre força e velocidade para a produção de maior potência [2].

No início dos anos 90, George Davieis e Kevin Wilk introduziram a pliometria em programas de reabilitação, nos estágios mais avançados do tratamento [4].

A grande parte da literatura sobre a pliometria ate hoje só tem destacado o membro inferior, devido ao fato que todos os movimentos atléticos incluem uma série repetida de ciclos de alongamento/encurtamento deles, mas a pliometria pode ser usada também para os membros superiores, para melhorar a especificidade do treinamento em outros esportes e atividades, que exigem uma quantidade máxima de força muscular produzida em uma quantidade mínima de tempo . Embora os princípios sejam semelhantes, formas diferentes de exercícios pliométricos devem ser adaptados a extremidade superior para

treinar o ciclo de alongamento/encurtamento, e também a intensidade dos exercícios para a extremidade superior deve ser menor que a extremidade inferior, devido à menor massa muscular e do tipo de função muscular [2].

Os exercícios pliométricos, não só enfocam o desenvolvimento da capacidade de saltar mas também desenvolvem qualidades de movimento lateral e outros que melhoram a potência da parte superior do corpo, mesmo ela sendo tradicionalmente direcionada para o aperfeiçoamento da potência da parte inferior do corpo. A pliometria não tem sido apenas usada para obtenção de força e condicionamento da parte inferior, mas também como ferramenta de reabilitação e como programa de prevenção de lesões da parte superior do corpo. A pliometria é uma forma de treinamento que procura combinar velocidade de movimento e força e o define como um movimento rápido e vigoroso, que inclui pré-alongamento do músculo e a ativação do ciclo alongamento / encurtamento a fim de potencializar a contração concêntrica subsequente do alongamento, aproveitando-se desse ciclo para aumentar a potência muscular [4].

O objetivo da pliometria é a excitabilidade do sistema nervoso para observar o aumento da capacidade reativa do sistema neuromuscular [2] - .

Os exercícios pliométricos, surgiram no início da década de 70 na Europa Oriental, mais especificamente na ex União Soviética, onde o então treinador de atletismo do país Yuri Verhoshanski escreveu sobre o sistema que estava sendo utilizado, chamando-o de “treino de saltos” [5].

O termo pliometria foi aplicado pela primeira vez em 1975 pelo treinador americano Fred Wilt, para descrever os métodos de treinamento utilizados em atletas do Leste Europeu naquela época, que supostamente eram o motivo da diferença do desempenho entre atletas Orientais e Ocidentais [4].

O objetivo final da fase de reabilitação, quando o uso da pliometria é adequado; é a especificidade do tratamento, ou seja, o movimento realizado pelo paciente no treinamento deve corresponder, o máximo possível, aos movimentos praticados durante a competição, sem prejudicar o estado de saúde do paciente. Andrews define a pliometria como uma forma de treinamento de força com a finalidade de desenvolver potência explosiva em atletas e a considera como o elo perdido entre o treinamento com pesos (força) e o desempenho atlético (potência), com especial ênfase na velocidade da atividade [5].

A repetição dessa atividade proporciona o treinamento muscular apropriado, capaz de aprimorar o desempenho de potência de músculos específicos. O uso da pliometria

como método de treinamento é baseado principalmente em duas qualidades dinâmicas fundamentais do tecido muscular : **elasticidade** e **contratilidade**. Atualmente, a pliometria se tornou essencial para qualquer atleta que salte, arremesse ou levante peso em mento da miofibrila [6].

Na presença de íons de cálcio as extremidades dos filamentos de actina e de miosina sobrepõem-se umas às outras, interagindo entre si, tanto em termos físicos como químicos, fazendo com que estes filamentos deslizem uns sobre os outros, o que representa o mecanismo para a contração muscular [6].

O deslizamento simultâneo de milhares de sarcômeros em série cria uma alteração no tamanho e força do músculo . A quantidade de força que pode ser desenvolvida no músculo é proporcional ao número de pontes transversas formadas . Pelo encurtamento de muitos sarcômeros, miofibrilas e fibras, é criado um movimento real pelo desenvolvimento de tensão que percorre o músculo e é aplicado nas suas duas extremidades até o osso [7].

Tipos de Fibras Musculares

Os músculos contêm uma combinação de diferentes tipos de fibras ; classificadas como fibras de contração rápida ou lenta. Existem três tipos diferentes de fibras musculares diferentes : Tipo I, Tipo IIA e Tipo IIB . Cada tipo de fibra possui diferentes propriedades, e a maioria dos músculos esqueléticos contêm uma mistura de todos os três tipos de fibras, com proporção de um tipo maior do que as outras. Fibras do tipo I ou fibras musculares oxidativas de contração lenta, são encontradas em maiores quantidades em músculos posturais do corpo, como os músculos da parte superior das costas e o sóleo . As fibras são vermelhas devido ao alto conteúdo de mioglobina no músculo, possuem baixo tempo de contração e são adequadas para trabalho prolongado de baixa intensidade. Atletas que exigem alta resistência a fadiga geralmente tem uma quantidade mais alta de fibras de contração lenta [8].

Fibras de contração rápida (tipo II), são aquelas que se contraem rapidamente, e tem sua energia gerada do metabolismo anaeróbico . Essas fibras são ativadas durante a mudança de ritmo e em atividades envolvendo paradas e partidas que dependem de movimentos poderosos a toda velocidade [4] .

HAMMIL *et al* [8], subdivide as fibras do tipo II em : fibras do tipo IIA, oxidativas –glicolíticas e fibras do tipo IIB, glicolíticas .

BRUNNSTROM [9], relatou que fibras do tipo IIA corresponde a músculos vermelhos, conhecida como fibras de contração rápida intermediária, porque pode sustentar atividades por longos períodos ou pode contrair-se com um disparo de força e então fadiga-se. Já a fibra branca, tipo IIB, proporciona rápida produção de força e fadiga-se rapidamente.

O terceiro tipo de fibra, o tipo IIB, é designado oxidativo rápido-glicolítico e é inter-mediário em características tais como número de mitocôndrias, tamanho, velocidade de contração e velocidade de fadiga [9].

As fibras de contração rápida levam apenas cerca de uma sétima parte do tempo necessário para as fibras de contração lenta alcançam uma tensão máxima, entretanto, em ambas as categorias existe ampla gama de tempo para ser alcançada uma tensão máxima.

Essa diferença de tempo para chegar a uma tensão máxima é atribuída às concentrações mais altas de miosina-ATPase nas fibras de contração rápida. Elas possuem também um maior diâmetro que as fibras de contração lenta, por causa dessas e de outras diferenças, em geral as fibras de contração rápida se fadigam mais rapidamente que as de contração lenta. Apesar de os músculos de contração rápida e lenta intactos gerarem aproximadamente a mesma quantidade de força isométrica máxima por área transversal de músculo, os indivíduos com alta porcentagem de fibras de contração rápida são capazes de gerar magnitudes mais altas de torque e de potência durante o movimento que aqueles com maior número de fibras de contração lenta [7].

Corredores de velocidade e saltadores, geralmente têm maiores concentrações de fibras de contração rápida, também são encontradas em altas concentrações nos músculos fásicos, como o gastrocnêmio. A maioria dos músculos, se não todos, contém os dois tipos de fibras, um exemplo é o vasto lateral que possui tipicamente metade de suas fibras rápidas e metades lentas [8].

Os músculos do tronco e dos membros humanos contêm várias proporções de fibras musculares de contração rápida e contração lenta em um músculo particular, variam de indivíduo para indivíduo [9].

É importante conhecer os tipos de fibras dos músculos, pois o tipo de fibra influi em como o músculo será treinado e desenvolvido, assim como quais técnicas serão mais adequadas para os indivíduos com tipos de fibras específicas [8].

Tipos de Contração Muscular

O termo contração muscular refere-se ao desenvolvimento de tensão dentro de um músculo, não implica necessariamente qualquer encurtamento visível do músculo [10].

A tensão muscular é gerada contra uma resistência para manter a posição, levantar um segmento ou objeto, ou controlar um segmento. Se o músculo está ativo e desenvolve tensão, porém sem mudança visível ou externa na posição articular, a ação muscular é denominada isométrica [8].

Na contração isométrica há um aumento da tensão sem o deslocamento de carga, o comprimento muscular é mantido, não existiu significativo deslizamento da actina sobre a miosina, porém acredita-se que no início da contração haverá um discreto deslizamento da actina sobre a miosina [6].

Quando um músculo desenvolve tensão insuficiente para mover uma parte do corpo contra uma dada resistência e quando o comprimento externo do músculo permanece inalterado, diz-se que a contração é isométrica [10].

As contrações isométricas se dividem em três tipos :

Contração isométrica livre: Existe a contração muscular sem afastamento ou aproximação das estruturas ósseas, porém não existe nenhuma resistência externa.

Contração isométrica resistida: Existe a contração muscular sem afastamento ou aproximação das estruturas ósseas, porém existe uma resistência externa aplicada ao segmento.

Co-contração : É a contração isométrica simultânea de agonistas e antagonistas [11].

Outro tipo de contração muscular existente é a contração isotônica, que pode ser dividida em : contração isotônica concêntrica e contração isotônica excêntrica [10].

A contração muscular concêntrica ocorre quando um músculo gera tensão ativamente com um encurtamento visível na extensão do músculo. No movimento concêntrico, as forças musculares somadas que produzem a rotação se acham na mesma direção que a mudança no ângulo articular, o que significa que os agonistas são músculos controladores em uma ação muscular concêntrica, e o movimento produzido nesse tipo de contração é denominado positivo, pois as ações musculares são geralmente contra a gravidade ou são fontes iniciadoras de movimento de uma massa [8].

A contração muscular excêntrica ocorre quando um músculo é sujeito a um torque externo maior que o interno dentro do músculo, ocorrendo alongamento do músculo. A fonte de força externa desenvolvendo o torque externo que produz uma ação muscular

excêntrica é geralmente a gravidade ou ação muscular de um grupo muscular antagonista. No movimento excêntrico, as forças musculares totais que geram rotação, são em direção oposta à mudança do ângulo articular sendo assim, os músculos antagonistas são os responsáveis no controle da ação muscular excêntrica, e o próprio movimento do membro produzindo esta ação muscular é chamado de negativo, pois as ações articulares são geralmente um movimento a favor da gravidade, ou são os controladores, em vez de iniciadores de movimento de uma massa [8].

Quando a tensão muscular produz um torque maior que o torque resistivo em uma articulação, o músculo se encurta, a contração é concêntrica e o movimento articular resultante ocorre na mesma direção do torque efetivo gerado pelos músculos, já quando um músculo se alonga sem estar sendo estimulado para desenvolver tensão, a contração é excêntrica, e a direção do movimento articular é oposto aquele de torque muscular efetivo [7].

FORNASARI [11], afirma que as contrações musculares isotônicas podem ser divididas em três tipos :

Contração isotônica isocinética: É a contração muscular em que a velocidade é constante.

Contração isotônica concêntrica: É a contração muscular que vence a ação da gravidade e acelera o movimento.

Contração isotônica excêntrica: É a contração muscular que regula o movimento, quando este é realizado a favor da gravidade, desacelera-o; ou quando a contração está regulando ou modulando o movimento de determinada, estrutura permitirá a ação de uma outra.

Avaliação e Testes Específicos

Antes de se iniciar um programa de treinamento pliométrico, deve-se realizar um exame biomecânico superficial e uma bateria de testes funcionais, a fim de identificar possíveis contra-indicações ou precauções [2].

A biomecânica do membro inferior deve ser normal para ajudar a garantir uma base de apoio estável para transmissão de força. Anormalidades biomecânicas do membro inferior não são contra-indicações para exercícios pliométricos, mais podem contribuir para lesão por excesso de uso se não forem abordados. Antes de se iniciar os exercícios é necessário uma base de força adequada da musculatura estabilizadora,

testes funcionais são muito eficazes para avaliar a existência de força adequada, antes de se iniciar o exercício pliométrico. A falta de força suficiente nas extremidades inferiores resultará em perda da estabilidade na aterrissagem e aumentará a quantidade de estresse absorvido pelos tecidos de sustentação devido a forças de alto impacto, esses dois fatores reduzirão o desempenho e aumentarão o risco de lesão [4].

Alem da análise biomecânica, deve-se fazer uma avaliação neuromuscular para saber se o atleta está apto a iniciar o tratamento através dos exercícios pliométricos. Nesta avaliação neuromuscular devem conter os seguintes itens: Resolução da dor, suficiente para participar de exercícios e atividades em nível mais elevado, ausência de inflamação ou edema articular, ter recuperado a amplitude normal de movimento em relação ao lado não envolvido, alinhamento e mobilidade normais da articulação, flexibilidade de tecido mole (incluindo estruturas contráteis e não contráteis), força adequada para atividades de sustentação de peso total para a extremidade inferior ou de força para uso funcional da extremidade superior, reflexos normais e controle motor normal [5].

A pliometria na reabilitação nas lesões atléticas, além de aumentar o condicionamento, aumenta ou facilita padrões motores funcionais, reflexos e de propriocepção, sendo todos eles essenciais para a tarefa de recolocar um atleta de volta às competições. É importante levar em consideração a fase da reabilitação e o estado do tecido cicatricial quando se implementar a pliometria no programa de um paciente [5].

É baixo o risco de ocorrência de lesões pela prática de exercícios pliométricos, para que esses riscos sejam mantidos baixos, o fisioterapeuta deve compreender os princípios básicos da pliometria e sempre deve seguir as diretrizes adequadas para volume, intensidade e progressão. A não aderência às exigências prévias ao treinamento e uma progressão apropriada, aumentará o risco de lesão. As áreas de lesão potencial associadas à pliometria da parte inferior do corpo, são: pés, tornozelos, joelhos, quadris e parte baixa das costas. Frequentemente as lesões ocorrem quando o paciente está fadigado, mais para o final da sessão [2].

Condicionamento inadequado, falta de aquecimento, calçados esportivos de pouca qualidade, superfícies inadequadas para Pliometria e baixos níveis de habilidades pré-dispõem um atleta a lesão [5].

A especificidade do treinamento garante que o corpo esteja preparado para aceitar o estresse que será imposto sobre ele durante o retorno a prática esportiva [4].

TESTES ESPECÍFICOS

Testes funcionais são utilizados para avaliar a capacidade do paciente de realizar atividades dinâmicas. Esse tipo de avaliação é proveitosa pois ajuda ao clínico determinar quando o paciente deve começar um programa pliométrico e para determinar se o paciente está pronto para avanços, para atividades funcionais mais difíceis ou para um treinamento específico do esporte praticado [2].

Os testes de estabilidade, que devem ser realizados antes do início do treinamento pliométrico podem ser divididos em duas subcategorias: teste de estabilidade estático e teste de movimento dinâmico [4]

Os testes de estabilidade estática devem ser iniciados com movimentos simples de baixa complexidade motora e progredir de forma a testar habilidades motoras mais complexas. A base para estabilidade do membro inferior centraliza-se em torno da capacidade de realizar apoio unipodal [4].

O teste é realizado da seguinte maneira:

Um indivíduo deve conseguir realizar apoio unipodal por trinta segundos, com os olhos abertos e fechados, antes de iniciar o treinamento pliométrico. O fisioterapeuta deve observar presença de tremores e oscilações nas articulações da extremidade. Caso seja constatado déficit de força muscular, deve-se limitar a dar ênfase ao fortalecimento isolado dos músculos enfraquecidos e este atleta não estará apto a realizar a próxima etapa do teste. Nesta etapa o teste é realizado da mesma forma, mais agora em semiflexão. Após realizar com sucesso este teste, o atleta está apto para os testes de movimentos dinâmicos.

. Postura sobre uma perna -30 segundos

- Com os olhos abertos
- Com os olhos fechados

. Agachamento de 25% com uma só perna -30 segundos

- Com os olhos abertos
- Com os olhos fechados

. Agachamento de 50% com uma só perna -30 segundos

- Com os olhos abertos
- Com os olhos fechados

O teste dinâmico é realizado antes e depois dos períodos de treinamento, sendo importante para medir o progresso e fornecer feedback, orientação e motivação [2].

Os testes dinâmicos são realizados da seguinte forma:

A) Pulo vertical em pé (mede a altura do pulo vertical):

- O paciente fica em pé contra uma parede com seu braço dominante estendido verticalmente, o mais alto possível.
- É marcado o ponto atingido pelas pontas dos dedos estendidos.
- O paciente pula com os dois pés o mais alto que puder; o ponto mais alto alcançado é marcado.
- O paciente faz três tentativas, e a maior distância entre os dois pontos marcados é a altura do salto vertical.

B) Pulo longo em pé (mede a distância do pulo horizontal) :

- O paciente fica em pé sobre uma linha com os pés paralelos e pula para frente, o mais longe possível.
- São feitas três tentativas, e a maior distância é a do salto horizontal.

DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE EXERCÍCIOS DE PLIOMÉTRIA

Para que os exercícios pliométricos sejam realizados de forma eficaz, suas diretrizes são de fundamental importância, onde as diretrizes seriam: Intensidade, volume, duração e recuperação [2].

Intensidade

No treinamento pliométrico a intensidade pode ser controlada pelo tipo de exercício realizado. Ela significa a quantidade de pressão colocada sobre os músculos, articulações e tecido conjuntivo ou a complexidade e quantidade de esforço necessário para concluir o exercício. A intensidade pode ser aumentada por meio da alteração dos exercícios específicos [4].

Aumentar a altura de saltos e obstáculos, aumentar a resistência das faixas elásticas na extremidade superior, usar uma bola pliométrica mais pesada e aumentar o número de obstáculos, são exemplos de modificação de intensidade [5].

Duração

A média de duração de um programa de exercícios pliométricos voltados para a recuperação de um atleta é de 15 a 30 minutos, porém essa duração poderia ser alterada de forma a acomodar a necessidade de exercícios de baixa intensidade e períodos mais longos de recuperação. A duração está intimamente relacionada ao estado específico do paciente e às metas estabelecidas durante o processo de reabilitação [5].

Frequência

Infelizmente, pesquisas sobre frequência do exercício pliométrico ainda não foram conduzidas. Portanto a frequência ideal para o aumento do desempenho não é conhecida. Têm sido sugerido 48h a 72 horas para a recuperação completa, antes do próximo estímulo de treinamento [4].

Recuperação

É o tempo de repouso entre as séries de exercícios. A manipulação dessa variável dependerá do objetivo, que pode ser aumentar a potência ou resistência muscular. Como o treinamento pliométrico é de natureza anaeróbica, deve-se utilizar um período maior de recuperação, para permitir a restauração dos substratos metabólicos [5].

Quanto mais intenso o treinamento, maior o descanso entre as séries. É muito importante que os períodos de recuperação durante a sessão, bem como o volume e intensidade prescritas do programa, sejam adequados para o nível de condicionamento e habilidade do atleta. Uma das razões primárias para isso é que os exercícios pliométricos destinam-se a desenvolver velocidade e força funcional, e não a melhorar o condicionamento [4].

No treinamento de potência devem ser utilizados razões de trabalho/repouso de 1/3 a 1/4 minutos, o que permitirá a recuperação máxima entre as series, já para o

treinamento de resistência a razão do trabalho/repouso pode ser reduzida para 1/1 a 1/2 minutos [5].

DISCUSSÃO:

Ellenbecker [2], relata a importância de se traçar e respeitar as diretrizes dos exercícios pliométricos, evitando assim riscos de lesões devido ao próprio tratamento e adquirindo uma melhor eficácia do mesmo .

Andrews [5] afirma que os pacientes devem ser totalmente avaliados antes de participarem de um programa de reabilitação com pliometria, e as metas estabelecidas no início do tratamento devem ser consideradas .

Prentice [4] relata que após lesão de extremidade (inferior ou superior), os exercícios pliométricos são eficazes na facilitação da consciência articular, fortalecendo o tecido durante o processo de recuperação e aumentando a força e a potência específicas para o esporte.

Prentice [4] afirma que o bom senso e a experiência do terapeuta são fundamentais para que o tratamento pliométrico seja conduzido da melhor maneira possível, e para que ocorra um feedback entre o atleta e o terapeuta.

CONCLUSÃO

De acordo com a literatura pesquisada, pude concluir a eficácia da Pliometria na recuperação de atletas no pós ligamentoplastia de Cruzado Anterior, pois apesar de se tratar de um assunto relativamente novo em nossa área, e de existir uma grande escassez de pesquisas específicas dificultando o estudo e a compreensão do mesmo .

Sendo assim, os objetivos desse estudo foram alcançados, tendo demonstrado a importância da Pliometria na reabilitação de atletas, haja vista que eles precisam retornar de forma precoce e segura ao esporte competitivo.

REFERENCIAS

1.VOIGHT, M.L.; DRAOVITCH, P.; TIPPETT, S. Pliométricos. In: ALBERT, M. Treinamento excêntrico em esporte e reabilitação. 2ed. São Paulo: Manole, 2002; 63-92.

2. ELLENBECKER, T. S. Reabilitação dos ligamentos do joelho. 1ª ed. Rio de Janeiro: Manole, 2002.
3. BOMPA, T.O. Treinamento de potência para o esporte. São Paulo: Phorte, 2004; 193
4. PRENTICE, W. E; Técnicas de Reabilitação em Medicina Esportiva . Ed. Manole/3a. edição/2002
5. ANDREWS, J. R.; HARRELSON, G. L.; WILK, K. E. Reabilitação física nas lesões esportivas. 2ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 504.
6. GUYTON, A. C.; Tratado de fisiologia médica. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
7. HALL, SUSAN.J. Biomecânica Básica, 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.
8. HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. Bases biomecânicas do movimento humano. Rio de Janeiro: Manole, 1999.
9. SMITH, L. K.; WEISS, E. L. LEHMKUHL, L. D. Cinesiologia clínica de Brunnstrom. 5ª ed. São Paulo: Manole, 1997.
10. RASCH, PHILLIP J. Kinesiologia y anatomia aplicada. 7ª ed. Madrid, El Ateneo, 1991.
11. Fornasari, Carlos Alberto. MANUAL PARA ESTUDO DA CINESIOLOGIA. 1ª ed. São Paulo: Manole, 2001`