Efeito do treinamento de força no período de pré-habilitação da cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior: uma revisão de literatura

Effect of strength training in the pre-habilitation period of anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a literature review

Francine Ribeiro de Oliveira Souza^{1,2}

Gabriel Andrade Paz^{1,2}

Haroldo Gualter Santana^{1,2}

RESUMO

A ruptura do LCA) é uma das lesões mais comuns no esporte e pode ser associada também à anatomia e genética do indivíduo, assim como excesso de uso da articulação. O objetivo dessa revisão de literatura foi verificar as evidências relacionadas ao protocolo de treinamento de pré-habilitação da cirurgia de reconstrução do LCA e sua possível efetividade. Para esta breve revisão, foram selecionados artigos das bases de dados Medline/PubMed, LILACS e das bibliotecas eletrônicas SciELO e Portal Periódicos da Capes, publicados nos últimos dez anos (Janeiro de 2008 a Novembro de 2018), em Português, Inglês e Espanhol. Os resultados se mostraram favoráveis em relação à eficiência do treinamento de pré-habilitação nos resultados após a cirurgia de reconstrução do ligamento. Apesar de existir um número considerável de estudos tratando sobre a pré-habilitação em diversas situações, existem poucas pesquisas relacionadas diretamente à pré-habilitação e reconstrução de LCA. Os achados dessa revisão indicam que, apesar do fato do treinamento de pré-habilitação ter apresentado resultados pós-cirúrgicos melhores, mais estudos devem ser feitos para reforçar esta ideia, assim como estabelecer um protocolo a ser seguido durante este período.

PALAVRAS-CHAVE

Pré-habilitação. Ligamento cruzado anterior. Treinamento de força.

¹LADTEF - Laboratório de Desempenho, Treinamento e Exercício Físico, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

²Escola de Educação Física e Desportos, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

ABSTRACT

The ACL rupture is one of the most prevalent injuries in sports and it could be associated with the individual's anatomy, genetics as well as overuse. The main objective of this study was to collect recent manuscripts about the prehabilitation period of the ACL reconstruction and its possible effectiveness. For this brief review, we selected articles from the Medline / PubMed, LILACS, SciELO and "Portal Periódicos da Capes" database, published in the last ten years (January, 2008 to November, 2018) in Portuguese, English and Spanish. These studies showed favorable results concerning the efficiency of the prehabilitation training after the ACL reconstruction. Even though there is a great number of studies discussing prehabilitation in general, there is little research supporting the relation with better outcomes after knee surgery. The findings indicate that regardless of the fact that prehabilitation training provides better surgical results, new studies must be done in order to corroborate this idea, as well as establishing a training protocol that could be followed during this period.

KEYWORDS

Prehabilitation; Anterior cruciate ligament; Resistance training.

INTRODUÇÃO

A ruptura do Ligamento Cruzado Anterior (LCA) é uma das lesões mais comuns, acometendo cerca de 68% da população norte-americana (Chong et al 2017). Esportes onde ocorrem mudanças bruscas de direção em apoio unipodal são um dos maiores responsáveis por esse tipo de ruptura (Chong et al 2017). Todavia, a mesma pode ocorrer por diversos fatores, como a anatomia, genética e a qualidade do controle motor do indivíduo, por exemplo (Grooms et al, 2017).

Segundo Sugimoto et al (2014), o LCA possui um papel relevante na mecânica articular do joelho, possibilitando que o indivíduo experimente diversas dificuldades funcionais quando este encontra-se rompido. A instabilidade articular do joelho, causada pela ruptura, que não tenha sido reduzida após um programa fisioterápico intensivo ou após ajuste nos níveis de atividade física, é um bom indicativo da necessidade da reconstrução cirúrgica do LCA (Eggerding et al 2015).

Neste contexto, a pré-habilitação, como é chamado o período de treinamento anterior à uma intervenção cirúrgica, almeja aumentar a capacidade física e funcional pré operatória como forma de melhorar os resultados após a intervenção (Halloway et al, 2015). De acordo com Halloway et al (2015), estudos anteriores indicam que essas melhoras estão relacionadas ao tempo de internação hospitalar, dor, complicações pós operatórias, qualidade de vida e suposta incapacidade funcional provocada pela lesão.

Adicionalmente, a realização do presente estudo torna-se relevante, pois tem como propósito preencher lacunas referentes ao processo de treinamento como pré-habilitação cirúrgica, considerando que atualmente não está claro na literatura qual é o protocolo mais eficiente de treinamento a ser seguido para que os resultados da cirurgia sejam os mais satisfatórios possíveis, assim como a manipulação das variáveis de prescrição de frequência e volume semanal de treinos adequados para esse público, além de apresentar os resultados até então obtidos pelos pacientes através do treinamento pré-operatório.

Devido aos questionamentos enfrentados pelos profissionais envolvidos no processo de preparação para cirurgia de LCA, esta revisão de literatura justifica-se através da explanação dos protocolos já utilizados, as-

sim como os resultados alcançados pelos pacientes com a utilização do treinamento na pré-habilitação do processo de reconstrução do LCA. Neste contexto, alguns tópicos importantes envolvendo a Cinesiologia e Artrocinemática do joelho e do LCA devem ser destacados.

Anatomia do Ligamento Cruzado Anterior

Observa-se que o joelho é composto por três ossos (fêmur, tíbia e patela); esses ossos irão originar duas articulações: a tibiofemoral e a patelofemoral. Por ser uma articulação complexa, ela será estabilizada por músculos, ligamentos e cápsula articular (Pinheiro e Sousa, 2015).

O LCA tem a crítica função de estabilizador primário da articulação do joelho, clinicamente ele é descrito como sendo composto por dois feixes, o feixe anteromedial e o feixe posterolateral; estes feixes, em conjunto, atuam de forma a impedir o deslocamento anterior da tíbia sobre o fêmur, evita o movimento de hiperextensão do joelho, assim como controla movimentos de rotação da tíbia (Peeler et al, 2017).

De acordo com Astur et al (2013), o LCA é consistido em sua maior parte de fibras de colágeno tipo 1 e se estende da face interior do côndilo lateral femoral até a região localizada anterior e lateralmente à eminência medial intercondilar tibial. Por possuir uma região mal vascularizada, o LCA tem um potencial de cicatrização inferior neste determinado local.

Prevalência e Etiologia da Ruptura de LCA

Os atletas, amadores ou de elite, com idade entre 15 e 40 anos, praticantes de esportes com atividades pivôtes como o futebol, vôlei e basquetebol, por exemplo, parecem apresentar o maior grau de incidência da ruptura de LCA sem sofrer nenhum tipo de contato (Van Melick et al, 2016). A ruptura provocada sem contato é a forma mais comum de lesionar-se o LCA. Além disso, ainda de acordo com Van Melick et al (2016), as mulheres possuem uma incidência duas a oito vezes maior de lesionarem este ligamento, se comparadas aos homens, possivelmente por questões relacionadas ao desenvolvimento neuromotor.

Ainda que a maioria das lesões ocorra por trauma indireto, como uma corrida seguida de parada brusca de

direção, a lesão também pode ocorrer de forma direta, quando o fêmur é puxado posteriormente quando o joelho está a 90 graus de flexão e a tíbia, fixa. (Pinheiro e Sousa, 2015) De acordo com Smith *et al* (2012), os fatores predisponentes à lesão de LCA podem ser classificados como intrínsecos ou extrínsecos, sendo os intrínsecos todos os fatores inerentes ao próprio indivíduo, como carga genética, gênero, variações anatômicas, como um maior ou menor ângulo Q, dentre outros. Já os fatores extrínsecos podem incluir o terreno em que o atleta pratica o esporte, o tipo de atividade, assim como o equipamento utilizado durante a prática esportiva.

Alterações Biomecânicas Induzidas Pela Ruptura de LCA

As assimetrias de movimento são bem comuns após uma cirurgia de reconstrução do LCA e podem persistir por até dois anos após a cirurgia. (White, 2013). Uma reincidência de lesão ou evolução da lesão para uma osteoartrite parece estar relacionada com padrões alterados de movimento após a ruptura.

White *et al* (2013) conduziram um estudo com 40 atletas que haviam sofrido uma ruptura isolada e unilaterial de LCA (sendo 30 homens), e, de acordo com uma avaliação prévia, esses atletas apresentavam uma estabilização dinâmica do joelho inferior ao esperado. Todos os pacientes foram operados pelo mesmo cirurgião, recebendo um enxerto da própria musculatura dos posteriores de coxa ou um aloenxerto de tecido mole e, após a reconstrução, todos receberam o mesmo programa de reabilitação.

Nesta amostra, todos os sujeitos apresentaram significativa assimetria nos ângulos de flexão de joelho e durante a marcha após um ano da cirurgia de reconstrução do LCA, o que pode colocar esses indivíduos em risco potencial de reincidência dessa lesão, já que alterações biomecânicas em atividades simples como a marcha, podem aumentar a magnitude das alterações durante tarefas dinâmicas e atléticas, como a aterrissagem de saltos.

Outro estudo, dessa vez conduzido por Nawasreh *et al* (2017), investigou o desempenho de pacientes após 24 meses de reconstrução do LCA, que passaram ou falharam nos testes de retorno às atividades pós cirurgia. Os testes de retorno às atividades incluíam força isométrica do quadríceps, teste de salto sobre uma perna (*single leg hop test*) e dois questionários: um de atividades diárias e outro de função percebida. Os testes foram conduzidos seis, 12 e 24 meses após a cirurgia, quem pon-

tuou acima ou igual à 90% em todos os testes foi considerado aprovado; os que pontuaram abaixo de 90% em qualquer um dos testes, foi considerado reprovado. Após o período total de acompanhamento, foi questionado aos pacientes se eles se encontravam no mesmo nível de aptidão pré lesão. Concluiu-se que os pacientes aprovados no teste de retorno às atividades pouco após a cirurgia (seis meses), estavam mais pré-dispostos a mostrar uma função normal e uma simetria de

O conceito de pré-habilitação surgiu na década de 80, com a intenção de ser uma ferramenta a favor de atletas profissionais a fim de prevenir uma atrofia muscular, diminuindo assim a ocorrência de futuras lesões. De acordo com Sharaani *et al* (2012), pode-se afirmar que a força muscular do quadríceps é um importante indicativo das capacidades funcionais do joelho após a cirurgia de LCA. Um déficit de força na musculatura do quadríceps, maior ou igual à 20% pode predizer uma diferença de força por até 2 anos após a reconstrução (Van Melick *et al*, 2016). Além disso, uma amplitude de movimento adequado no pré-operatório irá diminuir as chances de algumas complicações pós cirúrgicas como a artrofibrose (Van Melick *et al*, 2016).

Espera-se que esses pacientes que realizam a pré-habilitação apresentem um menor período de recuperação após a cirurgia e alcancem novamente de forma mais rápida e mais eficiente seus níveis de função articular pré-cirúrgicos, inibindo a reincidência da lesão (Mat Eli Ismail, 2016). Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar as evidências relacionadas ao protocolo de treinamento de pré-habilitação da cirurgia de reconstrução do LCA e sua possível efetividade em componentes funcionais.

MÉTODOS

O estudo caracteriza-se como uma revisão literária de trabalhos científicos que estudaram a relação entre os diferentes protocolos de treinamento de pré habilitação para reconstrução de LCA e marcadores funcionais pós operatórios. Para realização desta revisão, optou-se por seleção de artigos indexados nas bases de dados Medline/PubMed, LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde), Portal Periódicos da Capes e da biblioteca eletrônica SciELO (Scientific Electronic Library Online). Estes locais de busca foram utilizados por se tratarem de bases da área de ciências da saúde, envolvendo a temática proposta nesta revisão.

Os artigos selecionados foram publicados nos últimos dez anos (janeiro de 2008 a novembro de 2018), e a busca dos estudos foi conduzida no período de julho a novembro de 2018. As palavras-chaves utilizadas foram: pré-habilitação, LCA, treinamento de força e cirurgia do joelho ou combinações destas mesmas palavras-chave, presentes no título ou nos resumos dos artigos. Para a combinação destes termos utilizou-se o operador booleano AND e OR. A estratégia de busca utilizada em cada base de dados e bibliotecas eletrônicas é apresentada a seguir: Medline/PubMed “ACL reconstruction” AND “prehabilitation” AND “knee surgery” OR “exercise”; LILACS “reconstrução de LCA” AND “treinamento” AND “exercício” OR “pré habilitação”; Portal periódicos da CAPES “ACL reconstruction” AND “prehabilitation” AND OR “exercises”. Nos critérios de inclusão foram selecionados os artigos em Português, Inglês e Espanhol envolvendo os descritores citados acima, todos encontrados em formato digital, com delineamento transversal, experimental, observacional, caso controle, prospectivo, correlacional, e também de seguimento.

Em relação à análise dos artigos, foi realizada inicialmente de forma manual a remoção das duplicatas. Após esse processo os artigos foram analisados de acordo com título e resumo seguindo os critérios de inclusão e exclusão anteriormente citados. A partir de então, com a exclusão dos estudos que não se enquadraram nos critérios de inclusão estabelecidos, os restantes foram lidos na íntegra para coleta das informações pertinentes à temática do estudo. Foram encontrados 233 estudos, sendo 31 excluídos por se tratarem de duplicatas. Dos 51 títulos e resumos avaliados, 46 foram excluídos, com base na análise dos títulos (31), por serem estudos de revisão (9), publicados fora da data definida na metodologia (6), resultando em 5 artigos analisados na íntegra.

RESULTADOS

Na seleção das amostras, todos selecionaram amostra por conveniência (n=5) de forma não probabilística. (Tabela 1).

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar as evidências relacionadas ao protocolo de treinamento de pré-habilitação da cirurgia de reconstrução do LCA e sua possível efetividade em componentes funcionais. Dessa forma, foram observados estudos experimentais que aplicaram protocolos de treinamento de pré-habilitação

para cirurgia de reconstrução de LCA avaliando marcadores de força, capacidade funcional e dor.

Nos cinco estudos apresentados na tabela acima, observou-se que, apesar de não existir ainda um protocolo de treinamento específico para esse período, a combinação de exercícios de força, pliometria e atividades neuromusculares, como o treinamento de propriocepção e o *perturbation training*, aparecem como proposta para esse período. O *perturbation training* pode ser descrito como um programa de treinamento que consiste em exercícios de equilíbrio e estabilidade em plataformas feitas sob medida envolvendo perturbações da superfície de apoio permitindo a aplicação de forças e torques no membro acometido em múltiplas direções de forma controlada (Eitzen *et al*, 2010).

Protocolo de Retreinamento

Hartigan *et al* (2009) conduziram um estudo com o intuito de investigar se a pré-habilitação utilizando o *perturbation training* poderia contribuir de forma mais efetiva para a melhora dos indivíduos com lesão de LCA que queixavam-se de instabilidade articular, no estudo esses indivíduos foram chamados de “*non-copers*”, quando comparada com a pré-habilitação baseada exclusivamente em fortalecimento muscular. A amostra era composta por 13 homens e mulheres com idade entre 17 e 50 anos, com uma lesão exclusivamente de LCA, praticantes de atividades de nível um e dois, ou seja, atividades que envolvem saltos e mudança de direção, por exemplo.

A força muscular do quadríceps foi avaliada antes da intervenção e 6 meses após a reconstrução do LCA, assim como foi realizada uma avaliação cinemática, cuja variável mais importante seria o grau de amplitude de movimento da articulação do joelho durante a fase de apoio da marcha. Ambos os grupos realizaram 10 sessões pré-operatórias, durante pouco menos de 4 semanas. O treinamento resistido tinha o objetivo de maximizar a força do quadríceps através de uma sessão de exercícios de alta intensidade e baixo volume. Já o *perturbation training* seguiu o *guideline* da Universidade de Delaware (Hartigan *et al*, 2009 e Fitzgerald, Axe e Snyder-Mackler, 2000).

Shaarani *et al* (2013) conduziram um estudo com 22 voluntários aguardando pela cirurgia de reconstrução do

Tabela 1. Apresentação dos Resultados.

Estudos	Participantes	Período da Pré-Habilitação	Protocolo de Intervenção	Variáveis Analisadas	Resultados
Hartigan <i>et al</i> (2009)	19 participantes (13 homens e 6 mulheres), participantes de atividades nível 1 e 2	10 sessões realizadas em pouco menos de 4 semanas	Um grupo realizou 10 sessões exclusivamente de fortalecimento progressivo do quadríceps e um grupo (<i>non-copers</i>) combinou treinamento de força com o <i>perturbation training</i> .	Força de quadríceps e análise de movimento na marcha.	O grupo que combinou na pré-habilitação treinamento de força e <i>perturbation training</i> apresentou uma melhora na ADM* da fase de apoio da marcha, o que resultou em diferenças insignificantes entre os membros 6 meses após a cirurgia.
Sharaani <i>et al</i> (2013)	20 voluntários à espera da cirurgia de reconstrução do LCA foram aleatoriamente atribuídos entre grupo controle e grupo de intervenção	6 semanas	4 sessões semanais de treinamento, 2 em casa e 2 em academia com programa de treinamento focado em fortalecimento de membros inferiores, assim como um programa de propriocepção. Os exercícios feitos em academia e em casa eram os mesmos, porém em casa o implemento utilizado era o <i>Theraband</i> .	<i>Single-legged hop test</i> Torque máximo de quadríceps e posteriores de coxa Área de secção transversa através de ressonância magnética Biópsia muscular do vasto lateral <i>Modified Cincinnati Knee Rating System Score</i>	Resultados do <i>single legged hop test</i> melhoraram de forma significativa no membro lesionado Pico de torque do quadríceps e a área de secção transversa do vasto medial foram maiores no grupo que realizou a intervenção Melhores resultados no <i>Modified Cincinnati Score</i> para o grupo que realizou a pré-habilitação
Grindem <i>et al</i> (2014)	Pacientes do ramo Norueguês do <i>Delaware-Oslo ACL Cohort Study</i> incluídos se tivessem sofrido uma ruptura unilateral de LCA, com idade entre 13 e 60 anos, participantes pelo menos duas vezes na sessão de esportes com movimentos de pivô.	5 semanas	O trabalho não especifica a dosagem, porém coloca como referência o artigo de Eitzen <i>et al</i> (2010). Lá soube-se que os pacientes deveriam comparecer pelo menos 2 vezes na semana para participar do programa de exercícios composto por exercícios de resistência, pliométrie e treinamento neuromuscular	As variáveis analisadas faziam parte do formulário KOOS (<i>Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score</i>). Este questionário é preenchido pelo próprio paciente e é composto por 42 itens divididos em 5 categorias: dor, outros sintomas, funções no esporte e atividades recreacionais, função nas atividades diárias e qualidade de vida relacionada ao joelho.	Os pacientes preencheram o KOOS* antes da cirurgia e 2 anos após a cirurgia; a amostra que realizou a pré-habilitação apresentou um KOOS pré-operatório significativamente melhor em todos os itens, as diferenças eram clinicamente relevantes, com exceção da categoria "sintomas". Dois anos depois a amostra que participou da pré-habilitação ainda apresentava um KOOS superior.
Kim, Hwang e Park (2015)	Foram selecionados homens com idade entre 20 e 35 anos e ruptura isolada de LCA do <i>Samsung Medical Orthopedics Centers</i> , dos 80 homens que cumpriram os critérios, 40 realizaram a pré-habilitação.	4 semanas	O programa de intervenção consistia de fortalecimento, contração, controle muscular e equilíbrio, focado principalmente nos membros inferiores, incluindo também um trabalho cardiovascular com duração de 20 minutos na bicicleta ergométrica.	Força de extensão do quadríceps <i>Single-leg hop distance test</i>	Os pacientes participantes da pré-habilitação mostraram uma melhora significativa na força de extensão do joelho após a cirurgia, mostrando também melhora significativa no <i>single-leg hop distance test</i> .
Failla <i>et al</i> (2016)	Pacientes seriam incluídos no estudo se tivessem uma ruptura unilateral de LCA, estivessem inscritos nestes locais em um período dentro de 7 meses e tivessem participado de atividades de nível 1 e 2, por mais de 50 h/a	Não especifica tempo, porém totalizou 10 sessões de treinamento neuromuscular e fortalecimento progressivo.	Não especifica tempo, porém totalizou 10 sessões de treinamento neuromuscular e fortalecimento progressivo.	Os pacientes preencheram o formulário de avaliação subjetiva do joelho IKDC* e o KOOS no pré-operatório e 2 anos após.	Score do IKDC e do KOOS dos que realizaram a pré-habilitação era significativamente maior do que a pontuação daqueles que não participaram do treinamento desde o início, perdurando 2 anos após a reconstrução.

*ADM= amplitude de movimento *LCA= ligamento cruzado anterior *KOOS= *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score* *IKDC= *International Knee Documentation Committee*

Fonte: Elaborada pelos autores

LCA, com o objetivo de investigar se um programa de exercícios pré-operatório seria capaz de trazer resultados positivos no pós operatório; a amostra seguiu os seguintes critérios: voluntários deveriam ser do sexo masculino, sem qualquer fratura associada, sem algum reparo no menisco, que não possuísem algum ligamento colateral que também precisasse de reparo e/ou reconstrução, alguma outra condição de saúde que impedisse alto esforço físico e estes deveriam viver em Dublin (Irlanda), onde foi conduzido o estudo prático. Dos 22 voluntários, 11 pertenceram ao grupo conduzido à pré-habilitação e os demais pertenciam ao grupo controle.

De início, no pré-operatório, foram avaliadas a força muscular, a seção transversa do quadríceps e a *performance* física (quatro a seis semanas antes da cirurgia) e no pós-operatório, após 12 semanas. A capacidade funcional e a dor desses voluntários também foram avaliadas. O grupo que utilizou o protocolo de pré-habilitação realizou um treinamento que combinava exercícios feitos na academia e em casa; sendo duas sessões de cada treino, totalizando quatro sessões semanais. Ainda assim, o grupo controle não foi desencorajado a fazer exercícios ou atividades do cotidiano anterior à reconstrução do ligamento. Neste estudo, o programa de exercícios consistia de um treinamento de força, utilizando três séries de 12 repetições com um aumento de carga semanal entre 10 e 15% em relação à que vinha sendo utilizada, porém, na última sessão da semana, as cargas retornavam ao valor da semana anterior, como estratégia para o ganho de resistência e massa muscular; além de exercícios de equilíbrio e também de propriocepção.

A tarefa proprioceptiva consistia-se de três fases, para evoluir à fase seguinte, o avaliado deveria realizar a tarefa por três vezes consecutivas, por um período de 30 segundos, sem que a perna o posta toque o chão. Durante a fase um o avaliado realizava um apoio unipodal com ambos os olhos abertos, na fase dois o avaliado deveria permanecer no apoio unipodal com os olhos fechados; ao chegar na fase três, o avaliado deveria permanecer em estado de equilíbrio com ambos os pés apoiados em uma almofada oscilatória. O treino realizado em casa era composto pelos mesmos exercícios realizados em academia, mas com o auxílio de um elástico (*Thera-Band*).

Já Failla *et al* (2016) realizou um estudo de coorte avaliando os resultados de um treinamento de pré-habilitação, incluindo treinamento neuromuscular, nesta po-

pulação específica; a população era composta por 150 pacientes da Universidade Americana de Delaware e 150 pacientes da Escola Norueguesa de Ciências Esportivas. Para que pudessem ser incluídos no estudo, os pacientes deveriam ter sofrido uma ruptura unilateral primária do ligamento cruzado anterior há no máximo 7 meses do período em que se inscreveram no programa e deveriam participar de atividades esportivas classificadas pelo *IKDC (International Knee Documentation Committee)* como de nível um ou dois, por mais de 50 horas por ano anteriormente à lesão. Todos os pacientes apresentavam pouco ou nenhum inchaço, conseguiam atingir a amplitude de movimento completo da articulação e possuíam um índice de 70% ao aferirem o nível força do quadríceps. Os resultados desse grupo, que utilizou o protocolo de treinamento pré-cirúrgico, seriam comparados com os dados de outro estudo de coorte, não experimental, chamado neste artigo de "*MOON cohort*".

O grupo *MOON cohort* era composto por pacientes com idade entre 10 e 85 anos, inscritos em sete diferentes hospitais de medicina ortopédica/esportiva no período que compreendia os anos de 2002 a 2008. O grupo foi observado após a cirurgia e era bem heterogêneo; com pacientes de diversos níveis de atividade física, larga faixa de idade, diferentes históricos de lesões e também com lesões concomitantes.

Kim *et al* (2015) optaram por estudar os efeitos de 4 semanas de treinamento pré-operatório na força extensora do joelho após a reconstrução do ligamento cruzado anterior, sob a hipótese de que esse programa de exercícios melhoraria a função articular após a cirurgia. Para este estudo, pacientes foram selecionados no *Samsung Medical Orthopedics Centers* no período que compreendia abril de 2012 até agosto de 2014. Foram selecionados homens com idade entre 20 e 35 anos, com uma ruptura isolada de LCA no joelho; pacientes que já tivessem feito algum reparo de menisco ou LCA eram excluídos da seleção, assim como os que apresentavam lesões de outros ligamentos no mesmo joelho ou qualquer outra fratura associada. A amostra, que totalizou 80 homens, foi dividida em dois grupos, os que fariam o programa de pré-habilitação (PEG) e os que não fariam a pré-habilitação (NPEG). Não havia diferenças significativas de peso e altura entre os participantes de ambos os grupos.

O grupo que participou do programa de pré-habilitação, o fez por quatro semanas antes da cirurgia e deu continuidade em um programa pós-operatório de 12 semanas. Já o grupo NPEG, participou apenas do programa pós-operatório. A função e força da musculatura do joelho foram aferidas quatro semanas antes da cirurgia e três meses depois, além disso, todos foram supervisionados pelo menos três vezes na semana em um espaço específico para a prática. A sessão de treinamento consistia de exercícios de fortalecimento, equilíbrio, controle muscular e co-contracção, a contracção simultânea das musculaturas agonistas e antagonistas para manter uma posição, tendo enfoque nos membros inferiores e principalmente na musculatura do quadríceps. O programa de treinamento iniciava-se com 20 minutos de cicloergômetro, seguidos de exercícios de mobilidade, em seguida o programa de fortalecimento trazia três exercícios de cadeia cinética aberta, três de cadeia cinética fechada e mais dois exercícios de equilíbrio/propriocepção.

Já o estudo de Grindem *et al* (2015) buscou responder como uma combinação de exercícios pré-operatórios e pós-operatórios influencia nos resultados de uma cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior, dois anos após o procedimento ser realizado. A hipótese era de que os pacientes que recebessem o tratamento pré-operatório de cinco semanas, mais o pós-operatório, apresentariam melhor função do joelho antes da cirurgia e dois anos depois. A amostra de coorte que recebeu o programa progressivo de pré-habilitação era composta por pacientes do ramo norueguês da *Delaware-Oslo ACLR Cohort Study* e esta seria comparada com uma amostra de coorte que recebeu apenas o tratamento usual (cirurgia mais pós operatório).

O objetivo, com o programa de pré-habilitação, era restaurar pelo menos 90% da força do quadríceps e da musculatura posterior de coxa, assim como melhorar a *performance* em quatro testes “single legged hop”, antes da cirurgia. Assim como nos demais estudos, o treinamento pré e pós-operatório foi composto por treinamento de resistência, pliometria e treinamento neuromuscular. Como ainda não temos nenhum *guideline* específico de treinamento de força nos estágios iniciais da lesão de LCA, a recomendação geral para adultos saudáveis do *American College of Sports Medicine* foi utilizada,

no que seria a fase dois do tratamento; a fase um trata-se de controlar o inchaço e recuperar o grau de amplitude de movimento.

Percepção da Dor

Os estudos de Shaarani *et al* (2013) e Failla *et al* (2016) utilizaram-se de questionários para avaliar a percepção de dor da amostra que faria a pré-habilitação. Shaarani *et al* (2013) optaram pelo *Modified Cincinnati Knee Rating System (mCKRS)*, um questionário reduzido do *Cincinnati Knee Rating System*, que consiste de 12 perguntas sobre dor, inchaço, função e nível de atividade física. Este questionário foi aplicado em três fases: 6 semanas antes da cirurgia, no pré-operatório e 12 semanas após a cirurgia. Tendo o grupo que realizou a pré-habilitação uma pontuação significativamente melhor que o grupo controle após 12 semanas da realização do processo cirúrgico.

Já para Failla *et al* (2016), a opção foi o *KOOS (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score)*, questionário específico para lesões que podem desencadear uma osteoartrite pós-traumática, como ferramenta para percepção de dor, tendo os pacientes completado o questionário no início do estudo e novamente após a reconstrução do LCA. A amostra que realizou a pré-habilitação já obteve valores melhores no *KOOS* no momento da inscrição no estudo quando comparada à mostra que não fez pré-habilitação. Essa amostra continuou tendo resultados significativamente melhores dois anos após a reconstrução do LCA.

Grindem *et al* (2015) também utilizou do *KOOS* como forma de avaliar os resultados da pré-habilitação. A amostra de coorte que fez uso da pré-habilitação teve um resultado pré-cirúrgico no *KOOS* significativamente melhor, com diferenças clínicas relevantes, superiores a 10 pontos, observados nos quesitos “dor”, “atividades da vida diária”, “esportes” e “qualidade de vida”. E, assim como no estudo de Failla *et al* (2016), 2 anos após a intervenção cirúrgica, a amostra ainda tinha um *KOOS* superior, com diferenças clínicas relevantes sobre “sintomas”, “esportes” e “qualidade de vida”. Os estudos de Kim *et al* (2015) e Hartigan *et al* (2009) não trazem observações sobre percepção de dor no pré ou no pós-operatório.

Parâmetros de Força Muscular

Hartigan *et al* (2009) utilizaram um teste de contração isométrica máxima do quadríceps e, corroborando a hipótese levantada pelo estudo, todos os pacientes demonstraram um aumento na força do quadríceps 6 meses após a reconstrução do LCA, ou seja, tanto o grupo que realizou apenas fortalecimento muscular, quanto o grupo que realizou também o protocolo de *perturbation training*, porém, este segundo grupo, após 6 meses, não apresentava mais diferença significativa entre os membros no que refere-se à amplitude de movimento do joelho na fase de apoio da marcha, ao contrário de grupo que realizou exclusivamente o treinamento resistido.

Shaarani *et al* (2013) através do uso do *single-legged hop test*, verificou que o grupo que participou da intervenção durante o período de pré-habilitação pontuou de forma estatisticamente significativa no teste após 12 semanas de pós-operatório quando comparados ao grupo controle. Kim *et al* (2015) encontraram resultados próximos ao do estudo anteriormente citado, indicando que um treinamento de pré-habilitação acelera a recuperação da força muscular pós-reconstrução, assim como parece prevenir a fraqueza do quadríceps. De acordo com este estudo, este resultado também pode ser um indicativo de menor possibilidade de reincidência da lesão.

Enquanto isso, Grindem *et al* (2015) utilizou do *KOOS* como ferramenta para avaliar a funcionalidade dos joelhos, onde um dos maiores achados foi a diferença significativa entre as amostras nos quesitos *KOOS Sports* e *Quality of Life*, diferença essa que favorecia a amostra que realizou a pré-habilitação proposta a ponto de recuperarem cerca de 90% da força dos posteriores de coxa e do quadríceps, assim como a capacidade de salto antes da intervenção cirúrgica, o que poderia sugerir uma forte relação entre a pré-habilitação e uma melhora da capacidade funcional e dos níveis de retorno ao esporte dois anos após a cirurgia. Failla *et al* (2016) também comparou amostras com dois anos de diferença, buscando avaliar a funcionalidade do joelho e as taxas de retorno ao esporte, concluindo que um programa de pré-habilitação cirúrgica antes da reconstrução do LCA deve ser considerada como ferramenta adicional nesse processo de forma a maximizar os resultados funcionais após o procedimento.

Considerando os resultados positivos em relação à força e funcionalidade do joelho após a reconstrução do LCA em todos os cinco estudos selecionados, parece seguro dizer que um programa de pré-habilitação deve ser inserido como um dos protocolos essenciais a fim de obter-se sucesso no processo de reabilitação e retreinamento da lesão de LCA.

Período de Treinamento

O estudo de Failla *et al* (2016) é o único dos quatro estudos a não especificar o tempo total do programa de pré-habilitação. Já Hartigan *et al* (2009), Kim *et al* (2015), Shaarani *et al* (2013) e Grindem *et al* (2015) verificaram os efeitos de pré-habilitações que duraram entre 3,1 e 3,7, 4, 5 e 6 semanas respectivamente, deixando incerta a dosagem ideal, porém mostrando que com pelo menos 4 semanas de treinamento pré-operatório os resultados quanto à dor, funcionalidade, força e retorno ao esporte podem ser otimizados.

Seleção dos Exercícios

A sessão de treinamento resistido proposta por Hartigan *et al* (2009) era composta apenas por dois exercícios: *leg-press* e cadeira extensora, a repetição máxima era obtida de forma unilateral, utilizando-se do membro acometido, realizando então três séries de seis repetições com 75% da carga máxima obtida no teste. Além disso, os participantes deveriam executar a descida lateral e frontal do *step* (4-inch de altura, cerca de 10,16 centímetros), progredindo em altura de acordo com a evolução da técnica do movimento. Já o protocolo de *perturbation training* da Universidade de Delaware trazia três tipos de plataformas perturbatórias onde os exercícios evoluíam em dificuldade, onde, por exemplo, o apoio de dois membros sobre a plataforma evoluiria para um apoio unipodal com perturbação.

O programa de treinamento idealizado no estudo de Shaarani *et al* (2013) consistia de quatro sessões de treinamento semanais, duas sessões supervisionadas em academia intercaladas com duas sessões supervisionadas em casa, compreendendo exercícios resistidos e de equilíbrio em uma almofada específica. A sessão de treinamento iniciava-se com um pequeno aquecimento de

10 minutos na bicicleta estacionária, logo em seguida os exercícios resistidos, os de equilíbrio, terminando com alongamentos específicos de quadríceps, posteriores de coxa e panturrilha. O protocolo proposto por Kim *et al* (2015) já utilizava na pré-habilitação exercícios de mobilidade articular para manutenção da amplitude de movimento, assim como aquecimento cardiovascular, exercícios de cadeia cinética aberta e fechada e exercícios de equilíbrio/propriocepção.

Em relação ao volume da sessão de treinamento, o programa de Shaarani *et al* (2013) apresentou um volume significativamente maior, com 27 séries de exercícios resistidos, do que a sessão proposta por Kim *et al* (2015), composta por 12 sessões de exercícios resistidos, mostrando que uma sessão menos volumosa ainda assim foi capaz de trazer resultados consideráveis no período pós cirúrgico.

Grindem *et al* (2015) utilizaram um protocolo de treinamento previamente descrito em 2010 no artigo escrito por Eitzen *et al* (2010). Este trabalho combinou treinamento com pesos, treinamento neuromuscular e o *perturbation training*, que foi realizado em 10 sessões ao longo de três fases. A fase inicial progredia conforme as perturbações em variadas direções eram adicionadas, adicionando pequenas atividades específicas do esporte entre as sessões cinco e sete, evoluindo em dificuldade até a última sessão.

No trabalho de Failla *et al* (2016) não há especificação quanto aos exercícios ou número exato de séries utilizado no treinamento com pesos, como nos trabalhos previamente citados, mas deixa claro que novamente a combinação de exercícios progressivos com peso e treinamento neuromuscular, novamente sob a forma do *perturbation training* descrito por Eitzen *et al* (2010) foi eficiente para melhora funcional e retorno ao esporte, não sendo ainda possível determinar qual aspecto do treinamento pode ser considerado o mais importante, assim como o programa de treinamento considerado ideal.

Limitações

Verifica-se que, ainda que existam pesquisas sobre pré-habilitação datando desde a década de 80, incluindo

do pesquisas de campo e revisões bibliográficas, relacionados aos mais diversos tipos de cirurgia, não há ainda um protocolo padrão a ser realizado no pré-operatório da cirurgia de reconstrução do LCA. Além disso, também não parecem existir muitos trabalhos que tratem especificamente da relação entre treinamento de pré-habilitação e melhores resultados pós-operatórios da reconstrução deste ligamento.

Uma combinação de treinamento de força, treinamento proprioceptivo e neuromuscular, assim como exercícios para a marcha, tem aparecido nos protocolos dos estudos citados, porém ainda não parece haver um consenso sobre a melhor combinação; assim como o ideal volume e intensidade, ainda assim, todas as combinações realizadas apresentaram resultados favoráveis. Observa-se que, para a elaboração desta revisão, foram utilizados apenas estudos originais especificamente para reconstrução de LCA datados dos anos 2000, o que pode ter excluído alguns resultados interessantes, porém muito defasados ou que pudessem sofrer alguma interferência nos resultados devido a outras lesões concomitantes.

CONCLUSÃO

As evidências reunidas nessa revisão sugerem que o treinamento de pré-habilitação é benéfico e deve ser utilizado como uma ferramenta eficiente não só para os resultados pós-operatórios, mas também como preparação para o próprio procedimento invasivo que é a reconstrução do ligamento cruzado anterior, podendo assim cogitar que a reincidência da lesão pode ser prevenida devido à força e funcionalidade restauradas. Em conclusão, as evidências supracitadas indicam algumas condutas que se mostraram eficientes como: 1) utilizar-se de exercícios de treinamento de força para as musculaturas envolvidas na articulação do joelho; 2) a utilização de treinamento neuromuscular e de equilíbrio e 3) realizar a intervenção por cerca de pelo menos quatro semanas antes do processo cirúrgico.

REFERÊNCIAS

- Almeida G, Arruda G, Marques A. **Fisioterapia no tratamento conservador da ruptura do ligamento cruzado anterior seguida por ruptura contralateral: um estudo de caso.** Fisioterp. Pesqui. 2014; v. 21 n.2
- Alshewaiher S, Yeowell G, Fatoye F. **The effectiveness of pre-operative exercise physiotherapy rehabilitation on the outcomes of treatment following anterior cruciate ligament injury: a systematic review.** Clin Rehabil. 2017 Jan;31(1):34-44.
- Astur D, Batista R, Arliani G, Cohen M. **Tendências de tratamento das lesões de ligamento cruzado anterior do joelho nos sistemas de saúde pública e privada do Brasil.** São Paulo Med. J. 2013;131(4):257-63
- Chong AC, Whitetree C, Priddy MC, Zimmerman PR, Haeder PR, Prohaska DJ. **Evaluating different clinical diagnosis of anterior cruciate ligament ruptures in providers with different training backgrounds.** Iowa Orthop J. 2017; 37:71-79.
- Eggerding V, Meuffels DE, Bierma-Zeinstra SM, Verhaar JA, Reijnen M. **Factors related to the need for surgical reconstruction after anterior cruciate ligament rupture: a systematic review of the literature.** J Orthop Sports Phys Ther. 2015 Jan;45(1):37-44.
- Eitzen I, Moksnes H, Snyder-Mackler L, Risberg MA. **A progressive 5-week exercise therapy program leads to significant improvement in knee function early after anterior cruciate ligament injury.** J Orthop Sports Phys Ther. 2010 Nov;40(11):705-21.
- Failla MJ et al. **Does Extended Preoperative Rehabilitation Influence Outcomes 2 Years After ACL Reconstruction? A Comparative Effectiveness Study Between the MOON and Delaware-Oslo ACL Cohorts.** Am J Sports Med. 2016 Oct;44(10):2608-2614.
- Fitzgerald GK, Axe MS, Snyder-Mackler L. **Proposed practice guidelines for nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation of physically active individuals.** J Orthop Sports Phys Ther. 2000; 30:194-203.
- Grindem H, Granan LP, Risberg MA, Engebretsen L, Snyder-Mackler L, Eitzen I. **How does a combined pre-operative and post-operative rehabilitation program influence the outcome of ACL reconstruction 2 years after surgery? A comparison between patients in the Delaware-Oslo ACL Cohort and the Norwegian Knee Ligament Registry.** Br J Sports Med. 2015 Mar; 49(6): 385-389.
- Grooms D, Appelbaun G, Onate J. **Neuroplasticity following anterior cruciate ligament injury: a framework for visual-motor training approaches in rehabilitation.** J Orthop Sports Phys Ther. 2015; 45(5):381-93.
- Halloway S, Buchholz SW, Wilbur J, Schoeny ME. **Prehabilitation interventions for older adults: na integrative review.** West J Nurs Res. 2015; 37(1):103-23.
- Hartigan E., Axe MJ, Snyder-Mackler L. **Perturbation training prior to ACL reconstruction improves gait asymmetries in non-copers.** J Orthop Res. 2009 Jun, 27(6):724-9.
- Kim DK, Hwang JH, Park WH. **Effects of 4 weeks preoperative exercise on knee extensor strength after anterior cruciate ligament reconstruction.** J Phys Ther Sci. 2015 Sep;27(9):2693-6.
- Mat Eli Ismail MS, Sharifudin MA, Shokri AA, Ab Rahman S. **Pre-operative physiotherapy and short-term functional outcomes of primary total knee arthroplasty.** Singapore Med J. 2016 Mar; 57(3):138-43.
- Nawasreh Z, Logerstedt D, Cummer K, Axe MJ, Risberg MA, Snyder-Mackler L. **Do Patients Failing Return-to-Activity Criteria at 6 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Continue Demonstrating Deficits at 2 Years?** Am J Sports Med. 2017 Apr;45(5):1037-1048.
- Orlando Júnior N, de Souza Leão MG, de Oliveira NH. **Diagnóstico das lesões do joelho: comparação entre o exame físico e a ressonância magnética com os achados da artroscopia.** Rev Bras Ortop. 2015 Oct 19;50(6):712-9.
- Peeler J, Anderson J, Piotrowski S, Stranges G. **Motion of the anterior cruciate ligament during internal and external rotation at the knee: A cadaveric study.** Clin Anat. 2017;30(7):861-867. doi:10.1002/ca.22896
- Pinheiro A, Sousa C. **Lesão do ligamento cruzado anterior: Apresentação clínica, diagnóstico e tratamento.** Rev Port Ortop Traum. 2015;23(4): 320-329.
- Shaarani SR, Moyna N., Moran R., O'Byrne. **Prehabilitation: The Void in the Management of Anterior Cruciate Ligament Injuries- A Clinical Review.** ISRN Rehabilitation. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5402/2012/938974> [2018 DEZ 12]
- Shaarani SR, O'Hare C, Quinn A, Moyna N, Moran R, O'Byrne JM. **Effect of prehabilitation on the outcome of anterior cruciate ligament reconstruction.** Am J Sports Med. 2013 Sep;41(9):2117-27
- Sugimoto D, Mayer GD, Foss KD, Hewett TE. **Specific exercise effects of preventive neuromuscular training intervention on anterior cruciate ligament injury risk reduction in Young females: meta-analysis and subgroup analysis.** Br J Sports Med. 2015; 49(5):282-9.
- Van Melick N et al. **Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus.** Br J Sports Med. 2016 Aug; 50: 1506-1515.
- White K, Logerstedt D, Snyder-Mackler L. **Gait asymmetries persist 1 year after anterior cruciate ligament reconstruction.** Orthop J Sports Med. 2013 Jul 25;1(2).