

EFEITOS DA INCLUSÃO DO TREINAMENTO DE PROPRIOCEPÇÃO NA RECUPERAÇÃO DE ADULTOS SUBMETIDOS À CIRURGIA DE RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

EFFECTS OF INCLUSION OF PROPRIOCEPTION TRAINING IN THE RECOVERY OF ADULTS SUBMITTED TO ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION SURGERY: A SYSTEMATIC REVIEW

Wdson Donizete da Silva Costa¹, Vânia Renata Guilherme², Wilson Rinaldi³, Eduardo Gauze Alexandrino⁴, Stevan Ricardo dos Santos⁵ e Flávio Ricardo Guilherme⁵

¹Centro Universitário Internacional Polo de Nova Londrina-PR, Brasil.

²Centro Univesitário Ingá, Maringá- PR, Brasil, Paranavaí-PR, Brasil.

³Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, Brasil.

⁴Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande-RS, Brasil.

⁵Faculdade de Tecnologia e Ciências do Norte do Paraná, Paranavaí-PR, Brasil.

RESUMO

A ruptura do ligamento cruzado anterior (LCA) é a lesão de joelho mais frequente em adultos jovens, desencadeando consequências neuromusculares indesejáveis. Um programa de reabilitação bem estruturado com exercícios que ajudem a minimizar os efeitos deletérios dessas consequências são necessários, e o treinamento proprioceptivo tem sido proposto como um dos métodos de treinamento/reabilitação em pacientes submetidos a reconstrução do LCA. Assim, esse estudo teve como objetivo analisar por meio de revisão sistemática de literatura os efeitos da inclusão do treinamento proprioceptivo sobre diferentes desfechos (estabilidade/equilíbrio, propriocepção, força, capacidade funcional, coordenação) após cirurgia de reconstrução de LCA em adultos jovens. A busca dos artigos incluiu estudos produzidos nos últimos dez anos, sendo a busca realizada no mês de novembro de 2018. Foram conduzidas buscas nas bases de dados eletrônicas PubMed e Science Direct com a seguinte estratégia de busca: (("Proprioception"[Mesh] OR "Proprioception"[Text Word])) AND ("Anterior Cruciate Ligament"[Mesh] OR "Anterior Cruciate Ligament Reconstruction"[Mesh] OR "Anterior Cruciate Ligament Injuries"[Mesh]). Seis estudos foram selecionados para análise e os resultados mostraram que não há evidências científicas suficientes que mostrem os efeitos positivos da inclusão do treinamento proprioceptivo após cirurgia de reconstrução de LCA em adultos, tendo em vista a escassez de estudos, as discrepâncias nos achados, no tempo de intervenção e nos testes utilizados nas análises das variáveis.

Palavras-chave: Lesões do Ligamento Cruzado Anterior. propriocepção. Educação Física e treinamento.

ABSTRACT

Anterior cruciate ligament (ACL) rupture is an injury in young adults, triggering undesirable neuromuscular effects. A rehabilitation program is structured with exercises that aid in intensive care training, and proprioceptive training has been proposed as one of the training / rehabilitation methods in patients undergoing ACL reconstruction. Thus, this study aimed to analyze, through a systematic literature review, the effects of including proprioceptive training on different outcomes (stability / balance, proprioception, strength, functional capacity, coordination) after ACL reconstruction surgery in young adults. The search of the articles included studies in the last ten years, being a search conducted in November 2018. Searches were conducted in the electronic databases of PubMed and Science Direct with a following search methodology: (("Proprioception" [Mesh]) OR "Proprioception" [Word Text]) AND ("Anterior Cruciate Ligament" [Mesh] OR "Anterior Cruciate Ligament Reconstruction" [Mesh] OR "Anterior Cruciate Ligament Injury" [Mesh]). Six studies were selected for the analysis and the results obtained there is insufficient scientific evidence showing the positive effects of training in proprioceptive training after ACL reconstruction in adults, in view of a shortage of studies, such as discrepancies in findings, without time of intervention and in the tests contracted in the analysis of the variables.

Keywords: Anterior Cruciate Ligament Lesions. proprioception. physical education and training.

Introdução

A ruptura do ligamento cruzado anterior (LCA) é a lesão mais comum no joelho, principalmente em adultos entre 20 e 29 anos principalmente em esportes que envolvem giro, salto, e contato direto entre os adversários¹. Consequências neuromusculares da lesão do

LCA são considerações importantes, porque desempenham um papel crucial na recuperação após lesão do LCA ou reconstrução², principalmente na força extensora do joelho, controle neuromuscular e propriocepção³. Um programa de reabilitação com base científica e bem projetado desempenha um papel crucial no processo de recuperação, principalmente em atletas, pois precisam estar aptos a retornarem ao esporte o quanto antes, para desempenharem suas funções, mesmo assim, autores têm reportado que o desempenho dos atletas podem ser prejudicados em até dois anos após a sua volta^{4,5}. Como forma de minimizar as consequências negativas da ruptura do LCA após sua reconstrução, estudos têm testado diferentes protocolos na sua reabilitação^{6,7}. Em se tratando de reabilitação pós-operatória, sugere-se começar com amplitude de movimento passiva e atividades de apoio de peso imediatamente após a cirurgia, e, adicionalmente, os exercícios proprioceptivos e fortalecimento muscular também são iniciados durante as primeiras semanas, com progressão conforme tolerado. Exercícios de controle neuromuscular são inseridos gradualmente para incluir estabilização dinâmica, e treinamento de instabilidade controlada entre duas a três semanas após a cirurgia. Uma vez adquirida a força satisfatória e controle neuromuscular, atividades funcionais como correr e saltar pode começar entre 10 a 12 semanas e 16 a 18 semanas após cirurgia, respectivamente⁸.

Dentre os objetivos da reabilitação após a lesão do LCA, está a restauração da estabilidade da articulação do paciente, para possibilitá-lo retornar o mais seguro possível aos níveis irrestritos de atividade anteriores à lesão⁹. Em se tratando de exercícios físicos, em revisão sistemática, os autores confirmam que o exercício proprioceptivo e de equilíbrio pode melhorar os resultados em pessoas com deficiência de LCA, e que benefícios modestos são aparentes para pessoas que sofreram reconstrução do LCA¹⁰, devido a estimulação dos mecanorreceptores nas estruturas articulares, que estimulam a sensibilidade dos fusos musculares ao redor da articulação e criam um estado de “consciência” dos músculos para responder às forças aplicadas à articulação e, dessa forma, melhoram a estabilidade da articulação ativa¹¹.

Apesar da importância desses achados, nenhum estudo nos últimos dez anos foi encontrado na literatura comparando os efeitos isolados do treinamento proprioceptivo em indivíduos submetidos a cirurgia de reconstrução de LCA. No sentido de encontrar indicativos dos efeitos do treinamento proprioceptivo, esta revisão tem por objetivo analisar por meio de revisão sistemática de literatura os efeitos da inclusão do treinamento proprioceptivo sobre diferentes desfechos em adultos jovens, após reconstrução do LCA.

Métodos

Procedimentos

Essa revisão sistemática de literatura e a realização de seus passos metodológicos seguiram as indicações do modelo PRISMA - Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses¹². A busca dos artigos incluiu estudos produzidos nos últimos dez anos e foi realizada no mês de novembro de 2018. A mesma foi realizada por dois pesquisadores de forma independente e, quando não houve consenso entre os revisores sobre a inclusão dos manuscritos no estudo, eles se reuniram e consultaram um terceiro pesquisador que avaliou o trabalho e definiu sua inclusão ou não na revisão. Para acessar os estudos, foram conduzidas buscas nas bases de dados eletrônicas PubMed e Science Direct. Utilizaram-se os termos da base de dados Medical Subject Heading (MeSH), com a seguinte estratégia de busca: (("Proprioception"[Mesh] OR "Proprioception"[Text Word])) AND ("Anterior Cruciate Ligament"[Mesh] OR "Anterior Cruciate Ligament Reconstruction"[Mesh] OR "Anterior Cruciate Ligament Injuries"[Mesh]). Além da busca pelos descritores, foi pesquisado os nomes dos autores que escrevem sobre o tema (Akbari A, Baltaci G, Fu CLA, Moezy A, Ordahan B e Pistone EM), com intuito de recuperar pesquisas

encontradas nas referências dos estudos incluídos na revisão. Inicialmente, os artigos foram avaliados pelos títulos, em seguida, outra avaliação foi realizada, nos resumos de todos os artigos que preenchiam os critérios de inclusão ou que não permitiam haver certeza de que deveriam ser excluídos. Após a análise dos resumos, todos os artigos selecionados foram obtidos na íntegra e, posteriormente, lidos na íntegra.

Os artigos incluídos, foram avaliados e classificados segundo o rigor metodológico utilizado, a partir do emprego da escala Physiotherapy Evidence Database (PEDro)¹³ qual objetiva identificar estudos com boa validade interna e com informações estatísticas suficientes para que os resultados das intervenções sejam interpretados com maior consistência. Esta escala é composta por 11 questões com respostas dicotômicas (sim e não) e, quanto maior o número de questões estiverem apresentadas nos estudos (resposta sim), melhor seu design e facilidade de interpretação dos mesmos, tendo como ponto de corte o escore mínimo de sete pontos (sete questões). Além disso, foram considerados como critérios de inclusão para a revisão: (I) artigos originais publicados em periódicos peer-reviewed; (II) estudos publicados entre janeiro de 2008 e novembro de 2018; (III) amostra com indivíduos submetidos a cirurgia de ligamento cruzado anterior; (IV) adultos; (V) utilizaram o treinamento de propriocepção na recuperação; (VI) inclusão de grupo controle e (VII) ter apresentado escore mínimo de sete pontos na Escala Pedro.

Após avaliação dos estudos, foram extraídos os principais resultados e tabulados em planilha do Excel 2010 (Microsoft®, EUA). Por fim, os dados foram extraídos dos artigos que cumprissem os critérios de inclusão, e a extração dos dados foi realizada pelos mesmos avaliadores independentes. Os dados dos artigos incluídos foram apresentados na forma textual e tabular considerando as variáveis de interesse, e organizados em ordem cronológica, considerando o ano de publicação. Para apresentação dos dados descritivos foram utilizados valores absolutos, valores mínimos e máximos para algumas variáveis, bem como médias e desvio padrão.

Resultados

A Figura 1 apresenta o fluxograma das buscas e das depurações. Dos seis artigos restantes após as sucessivas análises, nenhum obteve nota mínima na escala PEDro e foi excluído. Quanto à qualidade metodológica, três artigos obtiveram sete pontos, um artigo oito pontos, e dois artigos chegaram a nove pontos.

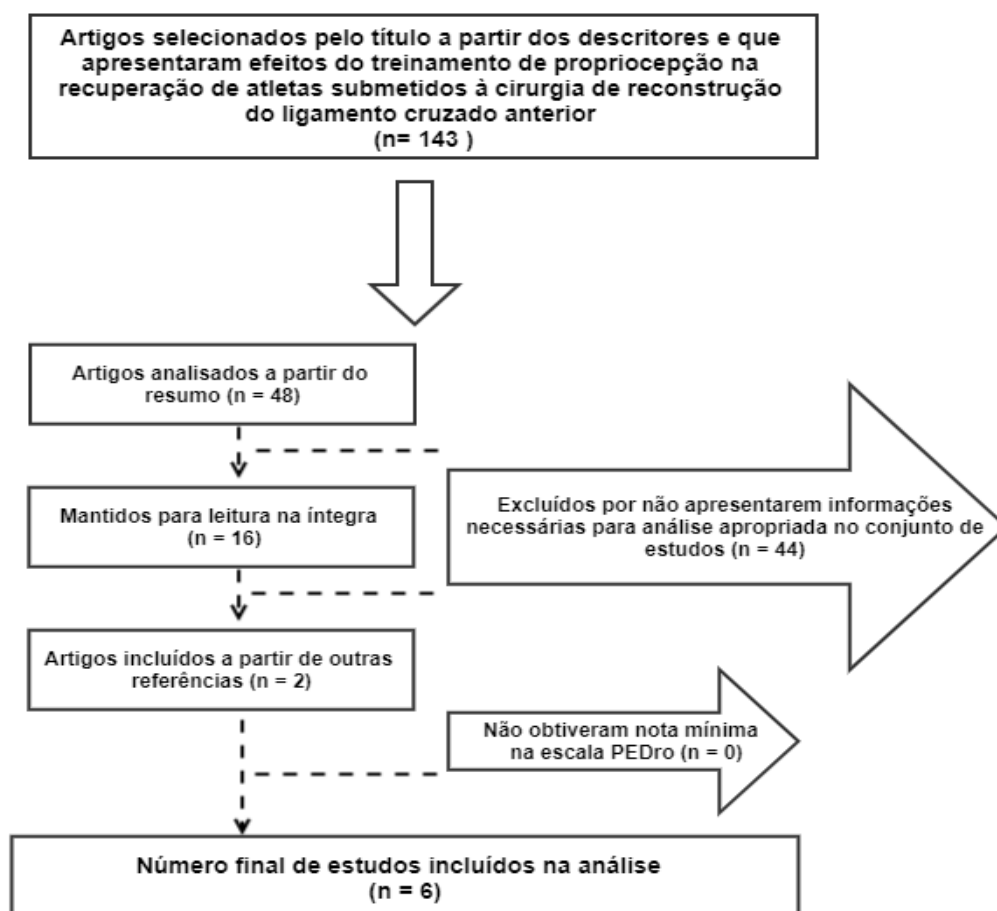


Figura 1. Fluxograma dos procedimentos para seleção de artigos inseridos na análise final do estudo

Fonte: Os autores

Estudo	Objetivo	Método		
		Amostra (N)	Delineamento Experimental	Conclusão
Moezy et al. (2008)	Comparar o efeito de programa de treinamento de vibração para o corpo todo (WBVT) com um programa de treinamento convencional (CT) na propriocepção do joelho e estabilidade postural após a reconstrução ligamento cruzado anterior (LCA).	GI = 10 GC = 10	Os sujeitos de ambos os grupos seguiram um programa de fisioterapia imediatamente após a cirurgia por 12 sessões de treinamento. Os sujeitos foram aleatoriamente designados para dois grupos (grupos WBVT e CT) e começaram três vezes por semana um programa de treinamento semanal durante quatro semanas.	Parece que WBVT teve um maior efeito somatossensorial em controle de equilíbrio do que o treinamento convencional. O principal achado deste estudo foi o efeito positivo da WBVT na melhora da propriocepção do joelho e estabilidade postural. WBVT pode ser um utilizado para a reabilitação de pacientes após a reconstrução do LCA.
Baltaci et al. (2013)	Comparar os efeitos da reabilitação feita com Nintendo Wii Fit com os da reabilitação convencional em sujeitos com reconstrução do LCA.	GI = 15 GC = 15	Os sujeitos foram divididos aleatoriamente em dois grupos. Um dos grupos foi treinado com o sistema Nintendo Wii Fit (3x/semana) e o outro grupo com programa de reabilitação convencional após a reconstrução do LCA. Ambos os programas tiveram duração de 12 semanas.	Não está claro que o Nintendo Wii Fit é significativamente mais eficaz na restauração do controle neuromuscular e no aumento o desempenho funcional. Em vez da reabilitação convencional, o programa Wii Fit Balance pode ser recomendado pois é seguro, viável e barato.
Fu et al. (2013)	Investigar o efeito precoce do WBVT no controle neuromuscular após reconstrução do LCA.	GI = 19 GC = 20	Após cirurgia, os sujeitos foram aleatoriamente designados para o grupo controle ou grupo intervenção. No grupo controle os pacientes receberam reabilitação convencional do LCA, enquanto os pacientes do grupo intervenção receberam oito semanas de WBVT, além da reabilitação convencional, a partir de um mês do pós-operatório.	O início precoce do WBVT a partir de um mês do pós-operatório foi um método de treinamento eficaz sem comprometer a amplitude de movimento do joelho e estabilidade. Melhorou o controle postural, o desempenho isocinético, salto unipodal e agilidade, mas não a propriocepção, salto triplo e teste de agilidade com movimentação lateral (carioca teste).
Akbari et al. (2015)	Avaliar o efeito de programa de treinamento de equilíbrio corporal na estabilidade postural durante a fase inicial de reabilitação após cirurgia reconstrutiva do LCA	GI = 24 GC = 24	Os sujeitos foram recrutados em dois grupos. No grupo intervenção, os sujeitos foram treinados com programa de reabilitação de treinamento de equilíbrio por 30 minutos, 6 dias na semana, por 12 sessões (duas semanas). Antes e depois das intervenções, em geral, os índices de estabilidade ântero-posterior e mediolateral foram medidos em posições de apoio bilateral e unilateral com os olhos abertos e fechados.	Exercício proprioceptivo e equilíbrio melhora a estabilidade postural em indivíduos com LCA na fase inicial da reabilitação da reconstrução do LCA. Esses achados, também, sugerem que o treinamento neuromuscular poderia ser comumente utilizado para pacientes com reconstrução do LCA em tratamento clínico.
Ordahan et al. (2015)	Avaliar a propriocepção do joelho em pacientes com lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) e avaliar a eficácia de um programa de exercícios que consistem principalmente em exercícios de propriocepção após a reconstrução do LCA	GI = 20 GC = 16	Os participantes do presente foram divididos em dois grupos. Um grupo incluiu 20 pacientes do sexo masculino com diagnóstico de lesão do LCA submetidos a um programa de treinamento com exercícios de propriocepção por 24 semanas, e o outro grupo, composto por 16 voluntários saudáveis pareados por idade e sexo, o qual não receberam nenhum estímulo. Propriocepção do joelho, dor e estado funcional foram avaliados em ambos os grupos antes e seis meses após a intervenção.	O programa de reabilitação, consistindo predominantemente em exercícios de propriocepção, proporcionou considerável melhora na propriocepção do joelho e no status funcional.
Pistone et al. (2016)	Avaliar os efeitos da adição de um protocolo de vibração de corpo inteiro em frequência ótima (WBV-OFF) a um programa de reabilitação tradicional (TRP) logo após reconstrução do LCA.	GI = 17 GC = 17	Os participantes foram alocados aleatoriamente aos grupos WBV-OFF+TRP e TRP. Tanto o WBV-OFF + TRP quanto o grupo TRP passaram pelo mesmo protocolo de reabilitação convencional, cinco dias por semana para os primeiros 3 meses da reabilitação. No entanto, o grupo WBV-OFF + TRP também realizou o treinamento de vibração do primeiro ao segundo mês após a cirurgia, os quais realizaram três sessões por semana durante quatro semanas para um total de 12 sessões. O total da duração do programa foi de 12 semanas, em ambos os grupos.	Adicionando quatro semanas de WBV-OFF a um programa de reabilitação tradicional, um mês após a cirurgia é eficaz na melhora da força muscular dos músculos flexores do joelho. Esta intervenção precoce pode ser incorporada à reabilitação atual para facilitar a recuperação da força inicia em LCA reconstruídos.

Quadro 1. Síntese dos artigos incluídos nesta revisão**Nota:** GI: Grupo Intervenção; GC: Grupo Controle**Fonte:** Os autores

No Quadro 1 são apresentados os estudos, seus objetivos, amostras, métodos, e principais conclusões. A média de tempo das intervenções dos estudos foi de $10,3 \pm 7,8$ semanas; sendo um estudo com duração de duas semanas (17), um com quatro semanas¹⁴, um com oito¹⁶ dois com duração de 12^{15,18} e o que teve duração mais longa foi de 24 semanas⁹. Apenas um estudo envolveu homens e mulheres¹⁶, e no somatório houve 207 participantes que foram aleatorizados em grupo intervenção (receberam estímulos proprioceptivos) e grupo controle. O que teve menos envolveu 20 participantes e o que teve maior número recrutou 48 indivíduos. Em relação a participação nos grupos, 115 sujeitos foram alocados nos grupos de intervenção, e 92 sujeitos nos grupos controles. A média de idade dos participantes foi de $25,3 \pm 4,1$ anos, sendo $25 \pm 4,1$ e $25,7 \pm 5,9$ anos para os indivíduos dos grupos intervenção e controle, respectivamente. Em se tratando do Índice de Massa Corporal (IMC) a média geral foi de $23,8 \pm 1,6 \text{ kg/m}^2$, e de modo estratificado os sujeitos submetidos a intervenção obtiveram valores médio de IMC de $23,3 \pm 2,6$ e grupo controle $23,5 \pm 2,2$. Apenas um estudo⁹ apresentou médias para ambos os grupos superiores aos pontos de corte estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde para classificação de eutrofia¹⁹.

Variáveis	Estudos	Efeito
Estabilidade/Equilíbrio	AKBARI et al., 2015; BALTACI et al., 2013; FU et al., 2013; MOEZY et al., 2008 e PISTONE et al., 2016	= = ↑ ↑ =
Propriocepção	BALTACI et al., 2013; FU et al., 2013; MOEZY et al., 2008; ORDAHAN et al., 2015	= = ↑ ↑
Força	BALTACI et al., 2013; FU et al., 2013 e PISTONE et al., 2016	= ↑ ↑
Cap. Funcional	FU et al., 2013 e ORDAHAN et al., 2015	↑ ↑
Coordenação	BALTACI et al., 2013	=

Quadro 2. Efeitos da inclusão do treinamento proprioceptivo em diferentes desfechos em relação ao grupo controle

Nota: Cap. Funcional: Capacidade Funcional; =: Não teve diferença para o grupo controle; ↑: Efeito positivo da inclusão do treinamento proprioceptivo em comparação ao grupo controle

Fonte: Os autores

No Quadro 2 são apresentados os efeitos da inclusão do treinamento proprioceptivo em diferentes desfechos, sendo a estabilidade/equilíbrio o desfecho mais estudado. Pode-se analisar que, apenas a capacidade funcional apresentou consenso dos resultados entre os estudos que a analisaram, mostrando efeitos superiores do da inclusão da propriocepção no treinamento, independentemente do método escolhido. Ressalta-se ainda que a análise estabilidade/equilíbrio foi a variável mais analisada, com cinco estudos avaliando-a em seus respectivos participantes^{14-16,18}. Vale ressaltar, a ausência de estudos mostrando efeitos inferiores da inclusão do treinamento de propriocepção em relação ao grupo controle.

Discussão

A presente revisão sistemática se propôs a investigar e sintetizar os achados de investigações que analisaram os efeitos da inclusão do treinamento proprioceptivo após cirurgia de reconstrução de LCA em adultos. Todos os seis trabalhos selecionados^{9,14-18}, avaliaram seus participantes em dois momentos (pré e pós intervenção), porém os desfechos avaliados diferiram-se entre eles, os quais serão detalhados abaixo.

Em relação a estabilidade/equilíbrio, não há consenso na literatura atual sobre os efeitos positivos da inclusão do treinamento de propriocepção, tendo em vista os quatro estudos¹⁴⁻¹⁸ que avaliaram esse desfecho. Um estudo apresentou tempo de intervenção de duas

semanas¹⁷, sem resultados significantes, utilizando-se do treinamento de equilíbrio, composto por exercícios de equilíbrio unilateral com olhos abertos e fechados e subidas em step frontal, posterior e lateral com ambas as pernas, com sessões de 30 minutos, seis vezes por semana, durante duas semanas, totalizando 12 sessões e 360 minutos de treinamento.

Já no estudo que envolveu o treinamento em plataforma vibratória de quatro semanas, após três meses da reconstrução do LCA dos participantes (14), foi visto efeito positivo, com as mesmas 12 sessões de treinamento do estudo anterior, mas com frequência de 3x/semana, porém, o tempo das sessões de treinamento iniciou com 30 minutos nas primeiras quatro sessões, 45 minutos da quinta a nona sessão e 60 minutos da décima à 12ª sessão, aumentando assim em 165 minutos o tempo total de treino em 45,8% do tempo em relação ao estudo de Akbari et al.¹⁷. Desse modo, o efeito positivo da propriocepção na estabilidade pode ser tempo-dependente.

Outros dois estudos^{15,18}, com mesmo tempo de intervenção (12 semanas), não apresentaram efeitos superiores na estabilidade/ equilíbrio, a partir da inclusão do treinamento proprioceptivo, seja por meio do Nintendo Wii Fit ou pela treinamento em plataforma vibratória, respectivamente. Por fim, um estudo com oito semanas de treinamento¹⁶ que comparou um grupo com tratamento convencional e outro com a inclusão da plataforma vibratória após um mês de cirurgia, mas testados após três meses, verificou efeitos superiores na estabilidade/equilíbrio desse método em relação ao tratamento convencional (grupo controle).

A discrepância entre os resultados dos estudos pode ser decorrente dos protocolos de testes de equilíbrio utilizados e a fase da reabilitação em que as intervenções foram realizadas. No geral, portanto, esses resultados sugerem que qualquer melhora no equilíbrio torna-se evidente após três meses de pós-operatório. Com base nesses achados, pode ser sugerido que vários tipos de receptores são sensíveis aos estímulos mecânicos da plataforma vibratória, sendo que os efeitos mais importantes da vibração são a estimulação de receptores extraceptivos na sola do pé.

Além disso, a estimulação dos receptores proprioceptivos poderia iniciar estiramento e reflexos e, portanto, aumentar a força muscular. A natureza desta estimulação repetitiva pode ser uma estratégia de rearranjo do controle do equilíbrio, o que resulta em melhora da estabilidade postural²⁰. Isso pode ser devido a efeitos positivos da plataforma vibratória na força muscular, melhor sincronização de disparo das unidades motoras e melhor co-contracção dos músculos sinergistas, o que poderia trazer um melhor controle de equilíbrio^{21,22}.

Em se tratando da propriocepção, quatro estudos^{9,14-16}, avaliaram essa variável, sendo que dois deles verificaram efeitos positivos da inclusão de estímulos proprioceptivos na recuperação de LCA^{9,14}. O trabalho de Moezy et al.¹⁴ teve tempo de intervenção de quatro semanas e os estímulos foram feitos com plataforma vibratória, três meses após a cirurgia de reconstrução de LCA, como já mencionado acima. Já o estudo de Ordahan et al.⁹ que teve duração da intervenção de 24 semanas incluiu exercícios proprioceptivos a partir da terceira semana com o grau de dificuldade sendo aumentado progressivamente até o término do treinamento. Nos trabalhos que não obtiveram resultados positivos em relação ao grupo controle^{15,16} o tempo de intervenção foi de oito e 12 semanas, com o treinamento no grupo intervenção com Nintendo Wii Fit e plataforma vibratória respectivamente, e nesse sentido parece que assim como a estabilidade/equilíbrio, mudanças superiores na propriocepção com estímulos proprioceptivos também é tempo-dependente.

Segundo estudos^{8,23-25}, a ruptura do LCA causa déficits na propriocepção, variações no padrão da atividade muscular e progressivos danos na articulação, além da perda de mecânica do joelho. Estabilidade mecânica do joelho, embora seja o principal fator para a recuperação do joelho, parece não ser suficiente para um resultado satisfatório da reconstrução da LCA: uma recuperação proprioceptiva também desempenha um papel

significativo no sucesso global do procedimento reconstrutivo. O principal benefício teórico do treinamento proprioceptivo é melhorar a capacidade do sistema nervoso em sincronizar a atividade muscular de músculos que cruzam a articulação do joelho, auxiliando na estabilidade dinâmica da articulação.

Para a força muscular, três estudos foram analisados^{15,16,18}, sendo que dois deles^{16,18}, apresentaram efeitos superiores ao grupo controle, ambos com estímulos de propriocepção por meio de plataformas vibratórias, com frequências de treinamento entre 35 e 50 Hz¹⁶, e mediana 35 Hz (intervalo interquartilico de 30-45 Hz) no trabalho de Pistone et al.¹⁸.

Baseado nesses achados, vale destacar que frequências mais altas (isto é, 35, 40, 45 Hz) resultaram na maior atividade extensora do joelho²⁶. Além disso, outro estudo²⁷ demonstrou que uma frequência entre 26 e 44 Hz foi usada para melhorar a força muscular e que uma frequência menor que 20 Hz foi utilizada apenas para relaxamento muscular e acima de 50 Hz foram relatadas como causadoras de dano muscular. A melhoria da força muscular nos dois estudos envolvendo o treinamento com plataforma vibratória apoiam a hipótese traçada no estudo de Fu et al.¹⁶ de que a estimulação neuromuscular precoce por esse método de treinamento pode melhorar a força muscular na reabilitação de LCA em comparação a programas de treinamento neuromuscular convencional.

Sobre a capacidade funcional, o estudo de Fu et al.¹⁶ que utilizou a plataforma vibratória como forma de treinamento durante oito semanas, avaliou o salto unipodal, agilidade pelo teste de Shuttle-run, salto triplo e teste de agilidade com movimentação lateral (carioca teste), seis meses após a cirurgia, encontrando efeitos superiores comparado ao tratamento convencional (grupo controle) para o salto unipodal e agilidade (Shuttle-run). Já no estudo de Ordanhan et al.⁹ que comparou os efeitos do treinamento proprioceptivo de 24 semanas em sujeitos com reconstrução de LCA versus sujeitos saudáveis que não receberam nenhuma intervenção, avaliou a capacidade funcional pelo uso do teste da pontuação de joelho²⁸. Esta escala é validada e o escore de joelho é relacionado a sintomas que avaliam instabilidade (25 pontos), dor (25 pontos), bloqueio (15 pontos), inchaço (10 pontos), subida de escadas (10 pontos), sinais de mancar (5 pontos), suporte (5 pontos) e agachamento (5 pontos), com pontuação máxima 100 pontos, e os resultados foram categorizados como excelentes (> 91 pontos), bom (84-90), regular (65-83) ou ruim (< 65). Os resultados mostram que o treinamento com exercícios de propriocepção melhora em 50,4% os valores médios da pontuação da escala avaliada, porém na análise estatística não houve a comparação com o grupo controle. Sendo assim, ressalta-se os efeitos superiores do treinamento com plataforma vibratória em relação ao treinamento convencional na melhoria da capacidade funcional citados e comparados no estudo de Fu et al.⁹, especificamente nos teste de salto unipodal e agilidade, testes esses que estão relacionados diretamente com potência muscular, que por sua vez está relacionada com a força muscular, a qual já foi descrita anteriormente nesse trabalho, bem como o mecanismo para tal ganho com o treinamento vibratório.

Para a coordenação, apenas o estudo de Baltaci et al.¹⁵ avaliou e comparou com um grupo controle, e os resultados mostraram ausência de diferença entre os grupos, lembrando que o grupo controle teve o tratamento convencional e o grupo intervenção treinou com Nintendo Wii Fit. No entanto, introduzir sistema de jogos na reabilitação de LCA pode gerar interesse e motivação adicional nas atividades terapêuticas²⁹⁻³¹ e pode ser destinado como um agradável método para incentivo para prática de atividade física^{32,33}.

Considerações finais

Ressalta-se a necessidade de estudos que avaliem os efeitos isolados do treinamento proprioceptivo em indivíduos submetidos a cirurgia de reconstrução de LCA, assim como pesquisas que avaliam também os efeitos da inclusão do treinamento proprioceptivo após

cirurgia de reconstrução de LCA em adultos, visto que os resultados encontrados até o presente momento são discrepantes. Além disso, faz-se necessário novos estudos que acompanhem e controlem a prática de atividade física dos sujeitos ao longo do dia nos indivíduos submetidos a reconstrução de LCA, afim de evitar assim que potenciais mudanças, positivas ou negativas sejam pelo tipo e tempo de atividade física realizada ao longo dia. Adicionalmente, existe a necessidade de padronização dos testes que avaliam os diferentes desfechos, tendo em vista que a extrapolação dos resultados para diferentes populações não pode ser feita.

Deste modo, essa presente revisão sistemática mostrou que não há evidências científicas suficientes que mostrem os efeitos positivos da inclusão do treinamento proprioceptivo após cirurgia de reconstrução de LCA em adultos, tendo em vista a escassez de estudos, as discrepâncias nos achados, tempo de intervenção e tipos de testes envolvidos nas análises das variáveis nos estudos encontrados atualmente na literatura.

Referências

1. Majewski M, Susanne H, Klaus S. Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. *Knee* 2006;13(3):184-188. Doi: 10.1016/j.knee.2006.01.005
2. Ingersoll CD, Grindstaff TL, Pietrosimone BG, Hart JM. Neuromuscular Consequences of Anterior Cruciate Ligament Injury. *Clin Sports Med* 2008;27(3):383-404. Doi: 10.1016/j.csm.2008.03.004
3. Nagelli CV, Hewett TE. Should return to sport be delayed until 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction? Biological and functional considerations. *Sports Med* 2017;43(2):221-232. Doi: 10.1007/s40279-016-0584-z
4. Read CR, Aune KT, Cain EL, Fleisig GS. Return to play and decreased performance after anterior cruciate ligament reconstruction in national football league defensive players. *Am J Sports Med* 2017; 45(8):1815-1821. Doi: 10.1177/0363546517703361
5. Nwachukwu BU, Anthony SG, Lin KM, Wang T, Altchek DW, Allen AA. Return to play and performance after anterior cruciate ligament reconstruction in the National Basketball Association: Surgeon case series and literature review. *Phys Sportsmed* 2017;45(3):303-308. Doi: 10.1080/00913847.2017.1325313
6. Zult T, Gokeler A, van Raay JJAM, Brouwer RW, Zijdwind I, Farthing JP, et al. Cross-education does not accelerate the rehabilitation of neuromuscular functions after ACL reconstruction: A randomized controlled clinical trial. *Eur J Appl Physiol* 2018;118(8):16 09-1623. Doi: 10.1007/s00421-018-3892-1
7. Yosmaoglu HB, Baltaci G, Kaya D, Ozer H. Tracking ability, motor coordination, and functional determinants after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Sport Rehabil* 2011;20(2):207-218. Doi: 10.1123/jsr.20.2.207
8. Wilk KE, Macrina LC, Cain EL, Dugas JR, Andrews JR. Recent advances in the rehabilitation of anterior cruciate ligament injuries. *J Orthop Sports Phys Ther* 2012;42(3):153-171. Doi: 10.2519/jospt.2012.3741
9. Ordahan B, Küçükşen S, Tuncay I, Salli A, Uurlu H. The effect of proprioception exercises on functional status in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2015;28(3):531-517. Doi: 10.3233/BMR-140553
10. Cooper RL, Taylor NF, Feller JA. A systematic review of the effect of proprioceptive and balance exercises on people with an injured or reconstructed anterior cruciate ligament. *Sports Med* 2005;13(2)163-178. Doi: 10.1080/15438620590956197
11. Johansson H, Sjölander P, Sojka P. A sensory role for the cruciate ligaments. *Clin Orthop Relat Res* 1991;(268):191-178.
12. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: Explanation and elaboration. *BMJ* 2009;21;6(7):e1000100. Doi: 10.1136/bmj.b2700
13. Sherrington C, Herbert RD, Maher CG, Moseley AM. PEDro. A database of randomized trials and systematic reviews in physiotherapy. *Man Ther* 2000;5(4):223-226. Doi: 10.1054/math.2000.0372
14. Moezy A, Olyaei G, Hadian M, Razi M, Faghihzadeh S. A comparative study of whole body vibration training and conventional training on knee proprioception and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med* 2008;42(5):373-378. Doi: 10.1136/bjsm.2007.038554
15. Baltaci G, Harput G, Haksever B, Ulusoy B, Ozer H. Comparison between Nintendo Wii Fit and conventional rehabilitation on functional performance outcomes after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: Prospective, randomized, controlled, double-blind clinical trial. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2013;21(4):880-887. Doi: 10.1007/s00167-012-2034-2

16. Fu CLA, Yung SHP, Law KYB, Leung KHH, Lui PYP, Siu HK, et al. The effect of early whole-body vibration therapy on neuromuscular control after anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2013;41(4):804-814. Doi: 10.1177/0363546513476473
17. Akbari A, Ghiasi F, Mir M, Hosseinifar M. The effects of balance training on static and dynamic postural stability indices after acute acl reconstruction. *Glob J Health Sci* 2015;8(4):68-81. Doi: 10.5539/gjhs.v8n4p68
18. Pistone EM, Laudani L, Camillieri G, Di Cagno A, Tomassi G, Macaluso A, et al. Effects of early whole-body vibration treatment on knee neuromuscular function and postural control after anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized controlled trial. *J Rehabil Med* 2016;48(10):880-886. Doi: 10.2340/16501977-2150
19. World Health Organization (WHO). Global database on Body Mass Index: BMI classification. Who; 2006.
20. Schuhfried O, Mittermaier C, Jovanovic T, Pieber K, Paternostro-Sluga T. Effects of whole-body vibration in patients with multiple sclerosis: A pilot study. *Clin Rehabil* 2005;19(8):834-842. Doi: 10.1191/0269215505cr919oa
21. Van Nes IJW, Geurts ACH, Hendricks HT, Duysens J. Short-term effects of whole-body vibration on postural control in unilateral chronic stroke patients: Preliminary evidence. *Am J Phys Med Rehabil* 2004;83(11):867-873. Doi: 10.1097/01.phm.0000140801.23135.09
22. Jordan MJ, Norris SR, Smith DJ, Herzog W. Vibration training: An overview of the area, training consequences, and future considerations. *J Strength Cond Res* 2005;19(2):459-466. Doi: 10.1519/13293.1
23. Corrigan JP, Cashman WF, Brady MP. Proprioception in the cruciate deficient knee. *J bone Jt surgery* 1992;74(2):247-250.
24. Kennedy JC, Alexander IJ, Hayes KC. Nerve supply of the human knee and its functional importance. *Am J Sports Med* 1982;10(6):329-335. Doi: 10.1177/036354658201000601
25. Tsuda E, Okamura Y, Otsuka H, Komatsu T, Tokuya S. Direct evidence of the anterior cruciate ligament-hamstring reflex arc in humans. *Am J Sports Med* 2001;29(1):83-87. Doi: 10.1177/03635465010290011801
26. Hazell TJ, Jakobi JM, Kenno KA. The effects of whole-body vibration on upper- and lower-body EMG during static and dynamic contractions. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007;32(6):1156-1163. Doi: 10.1139/H07-116
27. Rittweger J, Ehrig J, Just K, Mutschelknauss M, Kirsch KA, Felsenberg D. Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: Influence of vibration frequency, amplitude, and external load. *Int J Sports Med* 2002;23(6):428-432. Doi: 10.1055/s-2002-33739
28. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res* 1985;(198):43-49.
29. Hertel J, Miller SJ, Denegar CR. Intratester and intertester reliability during the star excursion balance tests. *J Sport Rehabil* 2000;9(2):104-116. Doi: 10.1123/jsr.9.2.104
30. Weiss PL, Rand D, Katz N, Kizony R. Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool. *J Neuroeng Rehabil* 2004;20(1):1-12. Doi: 10.1186/1743-0003-1-12
31. Meldrum D, Glennon A, Herdman S, Murray D, McConn-Walsh R. Virtual reality rehabilitation of balance: Assessment of the usability of the Nintendo Wii®Fit Plus. *Disabil Rehabil Assist Technol* 2012;7(3):205-210. Doi: 10.3109/17483107.2011.616922
32. Clark RA, McGough R, Paterson K. Reliability of an inexpensive and portable dynamic weight bearing asymmetry assessment system incorporating dual Nintendo Wii Balance Boards. *Gait Posture* 2011;34(2):288-291. Doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.04.010
33. Betker AL, Szturm T, Moussavi ZK, Nett C. Video game-based exercises for balance rehabilitation: A single-subject design. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87(8):1141-1149. Doi: 10.1016/j.apmr.2006.04.010

ORCID dos autores:

Wdson Donizete da Silva Costa: <https://orcid.org/0000-0001-5748-6097>

Vânia Renata Guilherme: <https://orcid.org/0000-0001-8358-1012>

Wilson Rinaldi: <https://orcid.org/0000-0001-5593-3666>

Eduardo Gauze Alexandrino: <https://orcid.org/0000-0002-4042-4954>

Stevan Ricardo dos Santos: <https://orcid.org/0000-0002-7081-4830>

Flávio Ricardo Guilherme: <https://orcid.org/0000-0003-4808-6192>

Recebido em 13/12/18.

Revisado em 20/11/19.

Aceito em 30/12/19.

Author para correspondência: Flávio Ricardo Guilherme, Rua Ametista 2295, Bairro Jardim Real, Maringá-PR, CEP 87083-029. E-mail: flaviorg88@gmail.com