



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

PROJETO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

**Efeito da Vibração de Corpo Inteiro na Proprioção do Joelho de
Indivíduos Sem Patologias ou Sujeitos a Reconstrução do Ligamento
Cruzado Anterior: Revisão Bibliográfica**

Jules Louis René Trotebas
Estudante de Fisioterapia
Escola Superior de Saúde – UFP
35112@ufp.edu.pt

Joana Santos Azevedo
Mestre em Fisioterapia Desportiva
Escola Superior de Saúde - UFP
jsazevedo@ufp.edu.pt

Porto, setembro de 2020

Resumo

Objetivo: Sintetizar a evidência acerca do efeito da Vibração de Corpo Inteiro (VCI) na proprioção do joelho de indivíduos sem patologias ou sujeitos a reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA). **Metodologia:** Pesquisa computadorizada nas bases de dados *PubMed*, *PEDro* e *Web Of Science*, utilizando a expressão de pesquisa: “*Whole-Body Vibration*” AND *Proprioception* AND *Knee*. **Resultados:** 6 estudos cumpriram os critérios de elegibilidade definidos, tendo apresentado resultados para uma amostra total de 136 indivíduos. Em indivíduos sem patologias, verificaram-se efeitos significativos da VCI na proprioção do joelho quando efetuada a frequências intermédias (35Hz) num nº de séries igual ou superior a 4 e amplitude de 2mm, assim como em frequências mais baixas (20Hz) mas com um nº superior de séries. Já em indivíduos sujeitos a reconstrução do LCA, verificam-se melhorias significativas com frequências entre 30Hz e 50Hz e amplitudes iguais ou superiores a 2,5mm. **Conclusão:** a VCI produz efeitos positivos tanto na proprioção do joelho de indivíduos sem patologias como de sujeitos a reconstrução do LCA, podendo desta forma complementar os tratamentos convencionais.

Palavras-chave: Vibração de Corpo Inteiro; Proprioção; Joelho; LCA.

Abstract

Aim: To synthesize the evidence about the effect of Whole-Body Vibration (WBV) on the knee proprioception of individuals without pathologies or submitted to anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction. **Methodology:** Computerized search in the PubMed, PEDro and Web of Science databases using the expression: “*Whole-Body Vibration*” AND *Proprioception* AND *Knee*. **Results:** 6 studies met the defined eligibility criteria and presented results for a total sample of 136 individuals. In individuals without pathologies, there were significant effects of WBV on knee proprioception when performed at intermediate frequencies (35Hz) with a number of series equal to or greater than 4 and amplitude of 2mm, as well as at lower frequencies (20Hz) but with a higher number of series. In individuals submitted to ACL reconstruction, significant improvements are reported with frequencies between 30Hz and 50Hz and amplitudes equal to or greater than 2.5mm. **Conclusion:** WBV produces positive effects both in the knee proprioception of individuals without pathologies as in subjects submitted to ACL reconstruction, thus it can complement conventional treatments.

Keywords: Whole-Body Vibration; Proprioception; Knee; ACL

Introdução

O termo propriocepção foi introduzido pela primeira vez por Charles Sherrington em 1906, que o descreveu como a percepção do movimento e da posição do corpo ou dos segmentos corporais, resultando do *feedback* dos proprioceptores que se encontram nos músculos, tendões, ligamentos e nas cápsulas articulares (Riemann e Lephart, 2002). Com base nas primeiras descrições de Sherrington e outros autores, foram definidas submodalidades da propriocepção: o Senso de Posição Articular (SPA), a cinestesia (percepção do movimento ativo e passivo) e a Sensação de Tensão Muscular (STM) (Sherrington, 1906; Jones, 1994; Riemann e Lephart, 2002). O SPA diz respeito à capacidade de os sujeitos replicarem a posição de um membro previamente demonstrada, na ausência de *feedback* visual (Brindle et al., 2008). A cinestesia é o reconhecimento consciente e inconsciente do movimento numa articulação bem como o limiar de deteção do movimento passivo (Lephart, Pincivero e Rozzi, 1998) e a sensação de aceleração dos membros (Manske, 2006). Por fim, a STM é definida como a capacidade de percepção de uma determinada força durante uma contração voluntária (McCloskey, Gandevia, Potter e Colebatch, 1983).

A propriocepção faz parte do sistema somatossensorial (Lundy, 2007). Os sinais recebidos pelos proprioceptores em resposta a uma deformação mecânica são transformados em impulsos elétricos que são transmitidos ao Sistema Nervoso Central (Lundy, 2007). Os recetores sensoriais estão localizados na pele (Corpúsculos de Meissner e de Paccini, Células de Merkel e Terminações de Ruffini) e cápsulas articulares (terminações de Ruffini, terminações de Golgi, terminações de Paccini, e terminações livres), bem como no tecido muscular (Fusos Neuromusculares e Órgãos Tendinosos de Golgi) (Gandevia e Burke, 1992; Lephart, Pincivero e Rozzi, 1998; Gandevia et al., 2006; Mohammadi e Roozdar, 2010).

O exercício de Vibração de Corpo Inteiro (VCI) consiste num programa de exercícios realizado sobre uma plataforma que produz vibração, que é transmitida a todo o corpo (Takanashi, Chinen e Hatakeyama, 2018). As plataformas vibratórias são ferramentas populares em atletas profissionais tanto como parte de novos protocolos de reabilitação como também de programas de fortalecimento muscular (Delecluse, Roelants e Verschueren, 2003).

A eficácia da VCI tem sido demonstrada em estudos anteriores como um método alternativo e seguro para estimular a performance neuromuscular e pode ser incorporada nos programas de reabilitação atuais, a fim de acelerar o retorno à atividade integral (Pigozzi et al., 2009; Rittweger, 2009). Existe evidência que a VCI é um tipo de estímulo mecânico que aumenta a atividade muscular, a força e a amplitude articular (van Nes et al., 2006; Abercromby et al., 2007),

influenciando processos de transmissão neural que são importantes para a função neuromuscular (Takanashi, Chinen e Hatakeyama, 2018).

Em indivíduos sem patologias, programas de VCI parecem melhorar a proprioção do joelho quando efetuado num número de séries igual ou superior a 4, a frequências de 35Hz e amplitude de 2mm (Lin et al., 2014), mas não com frequências mais baixas de 20Hz, realizados em 3 ou 4 séries (Hiroshige, Mahbub e Harada, 2014; Lin et al., 2014). Já em indivíduos sujeitos a reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior (LCA), programas de VCI conduzidos com frequências entre 30Hz e 50Hz e amplitude igual ou superior a 2.5mm, foi reportada uma melhoria significativa na capacidade de reposicionamento ativo (Moezy et al., 2008).

Efeitos comprovados da VCI já têm sido demonstrados tanto na melhoria da marcha e equilíbrio em idosos (Kawanabe, 2007), assim como no desempenho muscular dos membros inferiores tanto em jovens como em idosos (Rehn, Lidström, Skoglund e Lindström, 2006). Contudo, seria relevante perceber se a VCI pode potenciar também a proprioção do joelho de indivíduos sem patologias nesta articulação, ou seja, perceber quais os protocolos mais eficazes para esse objetivo, assim como perceber se os parâmetros mais adequados em sujeitos saudáveis pode ser semelhante aos aplicados a indivíduos sujeitos a reconstrução do LCA tendo por base o mesmo objetivo, uma vez que estudos anteriores têm demonstrado uma acuidade proprioceptiva inferior nos joelhos de indivíduos sujeitos a esta cirurgia comparativamente a joelhos não-afetados (Roberts et al., 2000). Neste sentido, este estudo tem como objetivo sintetizar a evidência acerca do efeito da VCI na proprioção do joelho, tanto de indivíduos sem patologias como de indivíduos sujeitos a reconstrução do LCA.

Metodologia

Para cumprir os objetivos enunciados anteriormente, foi efetuada uma revisão da literatura, em que a pesquisa bibliográfica computadorizada foi realizada nas bases de dados *PubMed*, *Web of Knowledge* e *PEDro*, de forma a selecionar estudos que avaliassem o efeito da VCI na proprioção do joelho, tanto em indivíduos sem patologias como em indivíduos sujeitos a reconstrução do LCA. A pesquisa decorreu durante o mês de Março de 2020. Nas bases de dados *Pubmed* e *Web of Knowledge* foi utilizada a expressão de pesquisa: (“*Whole Body Vibration*” *AND Proprioception AND Knee*), e na base de dados *PEDro*, as seguintes combinações de palavras-chave: (*Whole Body Vibration AND knee*); (*Whole Body Vibration AND proprioception*).

Os critérios de elegibilidade definidos para a seleção dos estudos a incluir na revisão foram: (1) estudos em humanos; (2) em língua portuguesa, inglesa ou francesa; (3) realizados em participantes sem patologia no joelho ou em indivíduos sujeitos a reconstrução do LCA; (4) estudos de caráter experimental. Excluídos foram os artigos: (1) cujo tema não estivesse relacionado com o tema de pesquisa; (2) que incluíssem participantes com doenças neurológicas ou outras doenças músculo-esqueléticas além da reconstrução do LCA; (3) que usassem vibração local e não de corpo inteiro; (4) e ainda que constituíssem estudos de caso, revisões sistemáticas ou protocolos para estudos.

Para determinar a inclusão e exclusão de cada estudo, foram lidos os respectivos títulos e abstracts e, em caso de dúvida, o texto integral dos mesmos.

A avaliação da qualidade metodológica dos estudos a incluir será realizada através da ferramenta de avaliação do risco de viés da *Cochrane Collaboration*, uma ferramenta qualitativa, que se encontra dividida por categorias (viés de seleção, viés de desempenho, viés de detecção, viés de atrito, registo de viés, e outros vieses), às quais é atribuído um risco de viés (baixo risco, alto risco, ou risco pouco claro), de acordo com o que é reportado em cada um dos estudos.

Resultados

Após pesquisa da literatura foram identificados 57 artigos. Após a remoção de artigos duplicados e a aplicação dos critérios de elegibilidade, o número inicial reduziu-se para 9 estudos. Após a leitura integral destes 9 artigos, foram selecionados 6 artigos para este estudo. Este processo encontra-se mais detalhado no diagrama de PRISMA da Figura 1.

Relativamente à avaliação da qualidade metodológica dos 6 estudos incluídos de acordo com a ferramenta de avaliação do risco de viés da *Cochrane Collaboration*, esta encontra-se descrita na tabela 1.

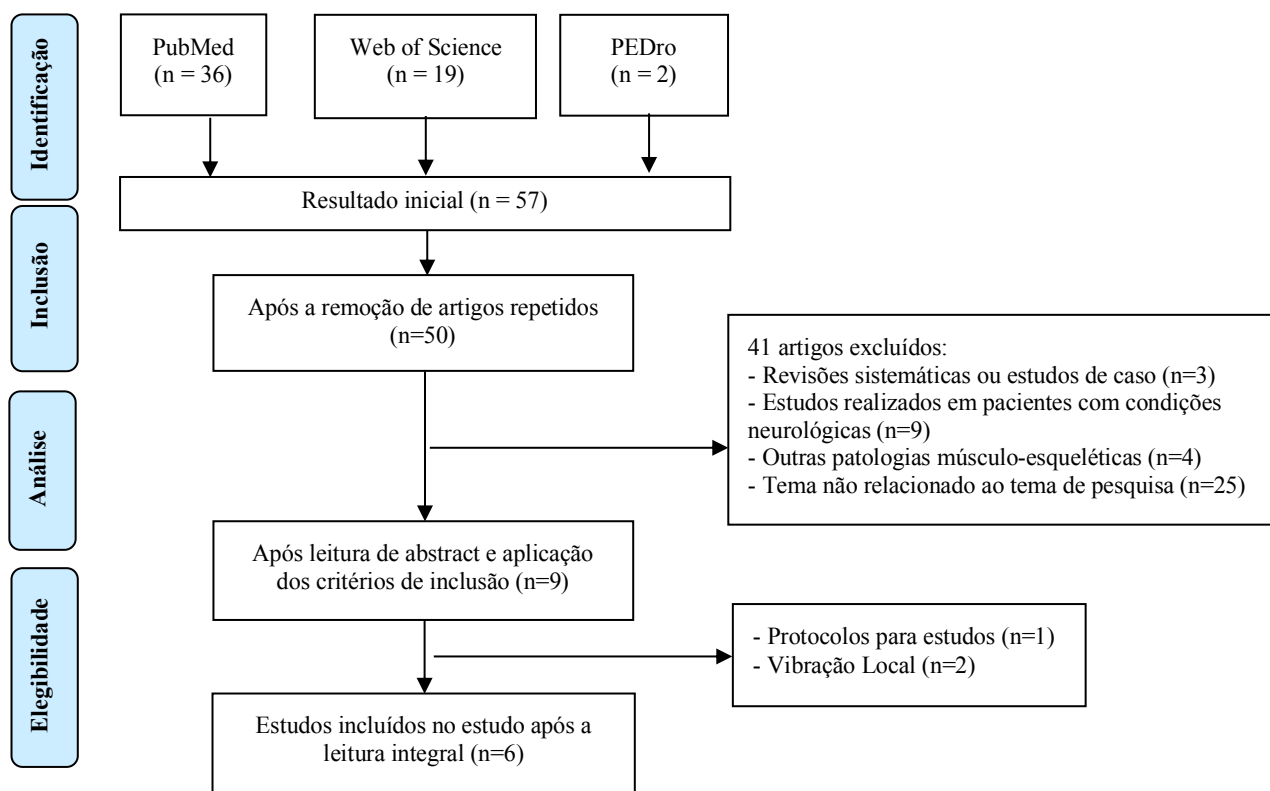


Figura 1: Diagrama de PRISMA dos artigos incluídos na revisão

Tabela 1: Avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos.

	Hannah, Minshull e Folland (2011)	Hiroshige, Mahbub e Harada (2014)	Lin et al (2014)	Pollock et al (2011)	Fu et al (2013)	Moezy et al (2008)
Viés de Seleção (Forma de distribuição pelos grupos)	AR	RPC	AR	AR	BR	BR
Viés de desempenho (Participantes e examinadores cego)	RPC	RPC	AR	RPC	AR	RPC
Viés de detecção (Avaliação dos resultados cega)	RPC	AR	AR	RPC	BR	RPC
Viés de atrito (Apresentação dos resultados antes e após a intervenção)	BR	BR	BR	BR	BR	BR
Registo de viés (Descrição dos protocolos e intervenções)	BR	BR	BR	BR	AR	AR
Outros vieses (Limitações do estudo)	AR	AR	AR	AR	BR	AR

Legenda: BR: Baixo Risco; AR: Alto Risco; RPC: Risco Pouco Claro

Descrição dos estudos

O número total de indivíduos incluídos nos 6 estudos selecionados foi de 136, com amostra mínima de 14 (Hannah, Minshull e Folland, 2011) e amostra máxima de 39 (Fu et al., 2013). 4 dos estudos incluídos referem-se a indivíduos saudáveis sem patologias no joelho (Hannah, Minshull e Folland, 2011; Pollock et al., 2011; Hiroshige, Mahbub e Harada, 2014; Lin et al., 2014) e 2 deles são relativos a participantes sujeitos a reconstrução do LCA do joelho (Moezy et al., 2008; Fu et al., 2013).

Apenas Fu et al. (2013) adicionou um programa de reabilitação convencional ao seu programa de VCI, enquanto que nos restantes estudos, a VCI foi aplicada de forma isolada. Moezy et al. (2008) decidiu aplicar exercícios isocinéticos do joelho na plataforma vibratória. São 3 os estudos que apresentam um único grupo de intervenção (Hannah, Minshull e Folland, 2011; Pollock et al., 2011; Lin et al., 2014); 2 os que apresentam dois grupos, sendo um de intervenção e outro de controlo, sendo este último sujeito apenas a reabilitação convencional do LCA (Moezy et al., 2008; Fu et al., 2013); e apenas 1 estudo apresenta um grupo de indivíduos jovens e um grupo de indivíduos idosos, com programa de VCI semelhante (Hiroshige, Mahbub e Harada, 2014).

O período de intervenção foi apresentado em todos os estudos, sendo os mais curtos de apenas uma sessão (Pollock et al., 2011; Hannah, Minshull e Folland, 2011) e o mais longo de 24 semanas (Hiroshige, Mahbub e Harada, 2014).

Todos os estudos apresentaram informação relativa às frequências utilizadas bem como a amplitude e número de séries no treino de VCI. Os participantes do estudo Hannah, Minshull e Folland (2011) realizaram 5 séries de 1min de VCI a uma frequência de 30Hz com amplitude vertical de 4mm, enquanto Pollock et al. (2011) usou os mesmos parâmetros, mas utilizou também a amplitude de 8mm em ocasiões separadas. As sessões de VCI no estudo Hiroshige, Mahbub e Harada (2014) eram aplicadas a uma frequência de 20Hz e em amplitude de vibração de 1mm ou 2mm tendo realizado 3 séries de 1min; no estudo de Lin et al. (2014) foram testados frequências de 20, 35 e 50Hz para um número de séries diferente (4, 6, 8 e 10) a uma amplitude vertical de 2mm (1 série correspondia a 1min de VCI e 1min de repouso). Moezy et al. (2008) aplicou entre 8 e 16 séries de 30 segundos de 1min usando frequências entre 30 e 50Hz, em amplitude vertical de 2,5 ou 5mm; e por fim, em Fu et al. (2013), a VCI foi aplicada entre 20 e 60Hz a uma amplitude vertical de 2 ou 4mm, sem precisar o número de series e o tempo associado.

Em todos os estudos incluídos, o subcomponente escolhido para avaliar a proprioceção do joelho foi o SPA, estimado através dos erros de reposicionamento (ER). Os estudos de Moezy et al.

(2008), Hannah, Minshull e Folland, (2011), Pollock et al. (2011), Fu et al. (2013) e Hiroshige, Mahbub e Harada, (2014) avaliaram o SPA através de reposicionamento ativo e o estudo de Lin et al. (2014) através de reposicionamento ativo e passivo. Todos os estudos indicaram as amplitudes-alvo que os participantes tinham de reproduzir sem *feedback* visual, tendo o estudo de Hannah, Minshull e Folland (2011) utilizado apenas a amplitude de 30°; o estudo de Lin et al. (2014) apenas a amplitude de 45°; e o estudo de Pollock et al. (2011) as amplitudes de 30°, 60° e 80°. Os restantes estudos Hiroshige, Mahbub e Harada (2014), Moezy et al. (2008) e Fu et al. (2013) usaram as amplitudes de 30° e 60°. Para avaliação do SPA, foram utilizados diferentes instrumentos: o dinamómetro isocinético (Moezy et al., 2008; Fu et al., 2013; Hiroshige, Mahbub e Harada, 2014; Lin et al., 2014;), um goniómetro gravitacional (Hannah, Minshull e Folland, 2011) e um eletrogoniómetro personalizado (Pollock et al., 2011).

A descrição pormenorizada dos estudos incluídos relativamente a: autores e ano de publicação, objetivos do estudo, amostra, intervenção, parâmetros/instrumentos utilizados; e resultados obtidos, encontram-se na tabela 2.

Tabela 2: Resumo dos estudos incluídos na revisão.

Autores (ano)	Objetivos dos estudos	n	Intervenção	Duração	Parâmetros avaliados / Instrumentos utilizados	Resultados
Hannah, Minshull e Folland (2011)	Avaliar os efeitos agudos de uma única sessão de VCI no SPA do joelho.	n=14 H (indivíduos saudáveis não treinados)	Os participantes foram sujeitos a 2 condições de tratamento (experimental e controlo) em ocasiões diferentes (desenho em <i>cross-over</i>): 1. (VCI) 5 séries de 1 min de VCI com 1 min de repouso sobre uma plataforma vibratória, a uma amplitude de 4mm e frequência de 30Hz, com os participantes em <i>squat</i> isométrico unilateral sobre a perna dominante e pé descalço. (2) (controlo) participantes sobre a plataforma vibratória, mas sem aplicação de VCI; 5 séries de 1min de <i>squat</i> isométrico unilateral sobre a perna dominante, pé descalço, com 1min de repouso entre cada série.	1 sessão para a condição experimental (VCI) e 1 sessão para a condição de controlo, com 48 horas de intervalo entre elas.	- SPA ativo: ER para 30° de flexão do joelho; - Goniómetro do tipo gravitacional; - Avaliado antes, imediatamente após e 1h após as sessões.	Tanto na condição de VCI como na condição sem vibração não se verificaram alterações dos ER, ou seja, o SPA não se alterou em nenhuma das condições de tratamento ($p>0,05$).
Hiroshige, Mahub e Harada (2014)	Investigar os efeitos da VCI no SPA do joelho de jovens e idosos saudáveis.	n=27 H e M jovens e idosos saudáveis - G1 (jovens): n=9 (4H e 5 M) - G2 (idosos): n=18 (4H e 14M)	Tanto os participantes do G1 como do G2 foram sujeitos a 2 condições de tratamento (com e sem VCI) em ocasiões diferentes (desenho em <i>cross-over</i>): 1. (VCI) nas primeiras 4 semanas, os participantes foram sujeitos a 3 séries de 1 min de VCI com 1 min de repouso entre elas, a uma amplitude de 1mm e frequência de 20 Hz, com 110mm de afastamento entre os pés, estando com meias sobre a plataforma vibratória e em posição de <i>squat</i> ; nas últimas 4 semanas, a amplitude passou a ser de 2mm e o afastamento entre os pés de 215mm, mantendo-se os restantes parâmetros; 2. (controlo) protocolo semelhante ao anterior, mas com a plataforma vibratória desligada.	Em cada condição de tratamento foram realizadas 2 sessões semanais durante 8 semanas. O intervalo entre a condição com e sem VCI foi de 8 semanas.	- SPA ativo: ER para 30° e 60° de flexão do joelho; - Dinamómetro isocinético; - Avaliado antes e no final das intervenções.	Na condição com VCI, não se verificaram alterações significativas nos ER, tanto no G1 (JE: $p=0,767$; JD: $p=0,260$) como no G2 (JE: $p=0,602$; JD: $p=0,248$). O mesmo se verificou para a condição sem VCI, ou seja, nenhuma das condições induziu efeitos sobre o SPA do joelho.

Lin et al. (2014)	Determinar os efeitos agudos de diferentes frequências e número de séries de VCI na propriocepção do joelho.	n=18H (indivíduos saudáveis não treinados)	Os participantes foram sujeitos a diferentes sessões de VCI, tendo sido testados em frequências de 20, 35 e 50Hz para um número também diferente de séries (4, 6, 8 e 10) a uma amplitude vertical de 2mm (1 série correspondia a 1min de VCI e 1min de repouso); os participantes estavam sobre a plataforma vibratória com os joelhos fletidos a 80°. Cada frequência foi testada nos 4 diferentes números de séries.	12 sessões, com 1 dia de repouso entre cada sessão	<ul style="list-style-type: none"> - SPA ativo e passivo: ER para 45° de flexão do joelho; - Dinamómetro isocinético; - Avaliado antes e imediatamente após as diferentes sessões. 	<p>No SPA ativo, verificou-se uma diminuição significativa dos ER na frequência de 35 Hz para todos os n° de séries testados (4: $p=0.033$; 6: $p=0.033$; 8: $p=0.003$; 10: $p=0.047$), e na frequência de 20Hz após 10 séries ($p=0.012$). Relativamente à frequência de 50Hz, não se verificaram alterações significativas nos ER ($p>0,05$).</p> <p>No SPA passivo, apenas se verificou uma diminuição significativa dos ER na frequência de 35 Hz após 10 séries ($p=0.003$).</p>
Pollock et al. (2011)	Investigar os efeitos da VCI realizada a uma amplitude baixa e alta no SPA do joelho de indivíduos jovens saudáveis.	n=18 (3H e 15M) jovens saudáveis	Os participantes foram sujeitos a 2 sessões de VCI, sempre a uma frequência de 30Hz, tendo realizado 5 séries de 1min de VCI e 30s de repouso, estando sobre a plataforma vibratória descalços, com joelhos em extensão. Na 1ª sessão, a amplitude de vibração foi de 4mm e na 2ª sessão de 8mm.	2 sessões com 1 dia de intervalo entre elas	<ul style="list-style-type: none"> - SPA ativo: ER para 30°, 60° e 80° de flexão do joelho; - Eletrogoniómetro; - Avaliado antes, imediatamente após e 15 e 30 min depois das sessões. 	<p>Não houve alteração significativa dos ER, nem na amplitude de 4mm nem na de 8mm ($p>0.05$).</p>

Fu et al. (2013)	<p>Comparar os efeitos da VCI aplicada precocemente com um programa de reabilitação convencional após reconstrução do LCA no SPA do joelho.</p> <p>n=39 jovens sujeitos a cirurgia de reconstrução do LCA</p> <p>- GE (VCI): n=19</p> <p>- GC: n=20</p>	<p>GE: sujeito a um programa de reabilitação convencional do LCA mais VCI, a frequências entre (20 a 60Hz) e uma amplitude de (2 ou 4mm).</p> <p>GC: sujeitos apenas ao mesmo programa de reabilitação convencional do LCA que o GE.</p>	<p>8 semanas</p> <p>2 sessões por semana (início da VCI um mês após cirurgia)</p>	<p>- SPA ativo: ER para 30° e 60° de flexão do joelho;</p> <p>- Dinamómetro isocinético;</p> <p>- Avaliado antes da cirurgia e 1, 3 e 6 meses após a cirurgia.</p>	<p>Não se verificaram diferenças significativas nos ER entre o GE e o GC, tanto no membro sujeito a reconstrução na amplitude de 60° ($p=0,08$) como na de 30° de flexão do joelho ($p=0,057$) ao longo dos 6 meses de reabilitação. O mesmo se verificou para o joelho saudável (30°: $p=0.510$; 60°: $p=0.638$).</p>
Moezy et al. (2008)	<p>Determinar o efeito da VCI em comparação com um programa de reabilitação convencional no SPA do joelho após reconstrução do LCA.</p> <p>n=20 H atletas sujeitos a reconstrução do LCA</p> <p>- GE (VCI): n=10</p> <p>- GC: n=10</p>	<p>GE: sujeito a um programa de VCI, com progressão dos parâmetros ao longo de 12 semanas, com a seguinte ordem: frequências de 30, 35, 40, 50Hz; amplitudes de 2,5 e 5mm; duração de séries de vibração de 30, 45 e 60s; e tempos de descanso entre séries de 60, 50, 40 e 30s. Os participantes estavam sobre a plataforma descalços, mas as posições sobre a mesma variavam também ao longo das sessões entre diferentes amplitudes de <i>squat</i>, <i>lunge</i>, em pontas dos dedos, etc.</p> <p>GC: sujeito apenas a um programa convencional de reabilitação após reconstrução do LCA (exercícios de fortalecimento, flexibilidade e treino proprioceptivo).</p>	<p>4 semanas,</p> <p>3 sessões por semana</p>	<p>- SPA ativo: ER para 30° e 60° de flexão do joelho;</p> <p>- Dinamómetro isocinético;</p> <p>- Avaliado antes e após a intervenção.</p>	<p>Após a intervenção, no GE verificou-se uma diminuição significativa dos ER do membro sujeito a reconstrução apenas na amplitude de 60° ($p<0.0001$), enquanto que no membro saudável se verificou uma diminuição significativa em ambas as amplitudes de teste ($p<0.0001$). Já no GC, tanto no membro reconstruído como no joelho saudável, não se verificou uma alteração significativa dos ER para ambas as amplitudes de teste ($p>0.05$).</p>

Legenda: ER: Erros de Reposicionamento; GC: Grupo de Controlo; GE: Grupo Experimental; H: Homens; Hz: Hertz; JE: joelho esquerdo; JD: joelho direito; LCA: Ligamento Cruzado Anterior; SPA: Senso de Posição Articular; SPA ativo: Senso de Posição Articular avaliado através de reposicionamento ativo; SPA passivo: Senso de Posição Articular avaliado através de reposicionamento passivo; VCI: Vibração de Corpo Inteiro

Discussão

Esta revisão bibliográfica teve como objetivo determinar o efeito da VCI na propriocepção do joelho de indivíduos sem patologias nesta articulação ou sujeitos a reconstrução do LCA.

Todos os estudos incluídos nesta revisão utilizaram o SPA como forma de avaliação da propriocepção. O SPA diz respeito à capacidade de os sujeitos replicarem a posição do membro previamente demonstrada, na ausência de *feedback* visual (Brindle et al., 2008), e é mediado por diferentes mecanorreceptores: os cutâneos, que têm a menor contribuição; os articulares, mais ativos perto do limite das amplitudes de movimento (amplitudes extremas) e os musculares, mais ativos entre os 40° e os 60° de flexão do joelho (amplitudes intermédias) (Gandevia e Burke, 1992; Lephart, Pincivero e Rozzi, 1998; Craig e Rollman, 1999; Mohammadi e Roozdar, 2010).

Estudos anteriores sugeriram que o tratamento com VCI influencia mecanismos de *feedback* proprioceptivos (Rittweger, Beller e Felsenberg, 2000; Torvinen et al., 2002; Cochrane e Stannard, 2005). O aumento da atividade dos receptores fusimotores e cutâneos também tem demonstrado melhorar a propriocepção (Ashton-Miller, Wojtys, Huston e Fry-Welch, 2001). Durante o treino com VCI, o estímulo vibracional transmitido causa estimulação e facilitação dos mecanorreceptores musculares e articulares, o que pode potencializar o SPA (Hannah, Minshull e Folland, 2011).

Em indivíduos sem patologias no joelho, apenas 1 dos 4 estudos incluídos reportou uma diminuição significativa dos erros de reposicionamento (ER) (Lin et al., 2014). Este estudo é o único que investigou três frequências distintas (20Hz, 35Hz e 50Hz) e um número também diferente de séries (4, 6, 8 e 10), tendo cada frequência sido testada nos 4 diferentes números de séries. Neste estudo verificou-se uma diminuição significativa dos ER nas frequências de 20Hz para 10 séries e 35 Hz para todos os números de séries testados, resultados que sugerem questões relevantes. Em primeiro lugar, que em programas de VCI utilizando frequências baixas, tem de ser aumentado o nº de series para produzir efeitos sobre o SPA. Em segundo lugar, que frequências mais elevadas (50Hz) parecem não ter efeito sobre o SPA. E em terceiro lugar, as frequências intermédias parecem ser as mais adequadas para potencializar a propriocepção independentemente do nº de séries. No estudo de Hannah et al. (2011), verificou-se que o protocolo aplicado de VCI reduziu os ER, embora não significativamente, e tendo em conta que utilizaram os mesmos parâmetros que o estudo referido anteriormente, é de notar que a duração da intervenção foi de apenas uma sessão, enquanto que Lin et al. (2014) efetuou um programa de treino de 12 sessões, podendo a duração da intervenção do estudo de Hannah et al. (2011) explicar a ausência de resultados significativos. Também no estudo de Hiroshige, Mahbub e Harada (2014) com a duração de 8 semanas, os participantes foram sujeitos

a um treino de VCI de 3 séries de 1 min a uma frequência de 20Hz, não tendo reportado alterações significativas nos ER. Estes resultados sugerem, tal como já referido relativamente ao estudo de Lin et al. (2014), que frequências baixas, assim como baixos números de séries não produzem alterações no SPA do joelho. Em relação ao efeito da amplitude de vibração, Marín, Bunker, Rhea e Ayllón (2009) verificaram que o exercício de VCI a uma amplitude de 4 mm induz uma maior ativação do vasto lateral do que a uma amplitude de 2 mm. No entanto, no estudo de Pollock et al. (2011) não foi verificada uma melhoria dos ER nem na amplitude de 4mm nem numa amplitude superior de 8mm. Contudo, é importante notar que neste estudo foi conduzida apenas uma única sessão de treino de VCI, podendo esta única sessão não ter sido suficiente para obter resultados significativos.

Em indivíduos sujeitos a reconstrução do LCA, no estudo de Moezy et al. (2008), tanto na amplitude de teste de 30° como de 60° de flexão do joelho houve melhorias significativas nos ER do GE (sujeito a VCI) após a intervenção nos joelhos reconstruídos, ao contrário do GC em que não se verificaram alterações nos ER para ambas as amplitudes. Além disso, comparando os resultados intergrupos, houve diferenças significativas nos ER nas duas amplitudes entre o GE e o GC, a favor do primeiro grupo. Pelo contrário, o estudo de Fu et al. (2013) concluiu que depois de 6 meses de reabilitação com treino VCI adicionado a um programa convencional, tanto na amplitude de 30° como de 60°, não houve diferença significativa nos ER do GE sujeito a VCI e do GC. No entanto, ressalva-se que no estudo de Fu et al. (2013), o número de sessões por semana foi inferior ao do estudo de Moezy et al. (2008), não estando também descritos os parâmetros de cada sessão no estudo relativamente ao número de séries e tempo de vibração. Em todo o caso, a frequência utilizada variou entre os 20 e os 60Hz e a amplitude entre 2 e 4mm. Já no estudo de Moezy et al. (2008), foram utilizadas as frequências de 30, 35, 40 e 50Hz e amplitude de 2,5mm et 5mm, sugerindo que em indivíduos sujeitos a reconstrução do LCA, amplitudes e frequências superiores induzem melhorias significativas nos ER. Mais ainda, em Moezy et al. (2008) destaca-se o facto de que o programa de VCI teve uma progressão ao longo das sessões, mudando os exercícios realizados na plataforma, assim como os parâmetros de frequência, duração da série, amplitude de vibração e tempo de repouso, podendo este aumento progressivo dos parâmetros e progressão dos exercícios sobre a plataforma vibratória ao longo das sessões ter induzido melhorias significativas no SPA do joelho.

Nos estudos que sugerem efeito positivo da VCI na proprioceção do joelho, os parâmetros de aplicação são distintos quando comparando indivíduos saudáveis e aqueles sujeitos a reconstrução do LCA. No que diz respeito por exemplo às frequências de vibração, em indivíduos sem história

de patologias, verificaram-se melhorias significativas nos ER quando sujeitos a frequências intermédias de 35Hz. Já em indivíduos sujeitos a reconstrução do LCA, diminuições significativas dos ER foram verificadas tanto em frequências intermédias como mais elevadas (30 a 50Hz). No que diz respeito às amplitudes verticais de vibração, em indivíduos saudáveis verificaram-se melhorias significativas nos ER quando sujeitos a amplitude de 2mm enquanto que melhorias significativas nos participantes sujeitos a reconstrução do LCA foram atingidas com amplitudes mais elevadas (2,5 a 5mm).

Apontam-se algumas limitações aos estudos incluídos: em 1º lugar, o reduzido nº de sujeitos recrutado para os estudos; em 2º lugar, as intervenções de alguns estudos foram de curta duração, como por exemplo 1 única sessão, o que pode ter contribuído para a ausência de resultados significativos na maioria dos estudos incluídos; em 3º lugar, devido à especificidade deste treino, os estudos não garantiram a cegueira dos participantes relativamente ao tratamento que recebiam. Em 4º lugar, na maioria dos estudos o protocolo VCI foi igual ao longo das semanas de intervenção, sem progressões. Podem ainda ser apontadas limitações à presente revisão bibliográfica, como o número de estudos incluídos, de bases de dados escolhidas, assim como os idiomas de publicação.

Conclusão

Após a análise dos estudos incluídos, e relativamente a indivíduos sem patologias, os estudos sugerem que a VCI, quando efetuada a frequências intermédias de 35Hz num número de séries igual ou superior a 4 e amplitude de 2mm, melhora significativamente os erros de reposicionamento do joelho. Já quando efetuada a frequências inferiores (na ordem dos 20Hz), o número de séries tem de ser aumentado para que se verifiquem efeitos sobre os mesmos. Para além disso, frequências mais elevadas (50Hz) parecem não ter efeito sobre a proprioção. Já em indivíduos sujeitos a reconstrução do LCA, verificam-se melhorias significativas no SPA do joelho com frequências entre 30Hz e 50Hz e amplitude igual ou superior a 2,5mm.

Desta forma, é possível concluir que a VCI produz efeitos positivos na proprioção do joelho tanto de indivíduos sem patologias como sujeitos a reconstrução do LCA, podendo complementar os tratamentos convencionais, tendo em conta os parâmetros referidos anteriormente.

Para estudos futuros, sugere-se a realização de mais estudos de boa base metodológica que comparem o efeito de diferentes protocolos de intervenção com VCI, a fim de perceber ou confirmar quais os parâmetros que podem potenciar mais a proprioção do joelho.

Bibliografia

- Abercromby, A., Amonette, W., Layne, C., Mcfarlin, B., Hinman, M. e Paloski, W. (2007). Variation in Neuromuscular Responses during Acute Whole-Body Vibration Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(9), 1642-1650.
- Ashton-Miller, J. A., Wojtys, E. M., Huston, L. J. e Fry-Welch, D. (2001). Can proprioception really be improved by exercises?. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 9(3), 128.
- Brindle, T., Mizelle, J., Lebedowska, M., Miller, J. e Stanhope, S. (2008). Visual and proprioceptive feedback improves knee joint position sense. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 17(1), 40-47.
- Cochrane, D. J. e Stannard, S. R. (2005). Acute whole-body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *British journal of sports medicine*, 39(11), 860-865.
- Craig, J. C. e Rollman, G. B. (1999). Somesthesia. *Annual Review of Psychology*, 50(1), 305-331.
- Delecluse, C., Roelants, M. e Verschueren, S. (2003). Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(6), 1033-1041.
- Fu, C., Yung, S., Law, K., Leung, K., Lui, P., Siu, H. e Chan, K. (2013). The Effect of Early Whole-Body Vibration Therapy on Neuromuscular Control After ACL Reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 41(4), 804-814.
- Gandevia, S. e Burke, D. (1992). Does the nervous system depend on kinesthetic information to control natural limb movements? *Behavioral and Brain Sciences*, 15, 614-632.
- Gandevia, S., Smith, J., Crawford, M., Proske, U. e Taylor, J. (2006). Motor commands contribute to human position sense. *Journal of Physiology*, 571(3), 703-710.
- Hannah, R., Minshull, C. e Folland, J. (2011). Whole-body vibration does not influence knee joint neuromuscular function or proprioception. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(1), 96-104.
- Hiroshige, K., Mahbub, M.H. e Harada, N. (2014). Effects of whole-body vibration on postural balance and proprioception in healthy young and elderly subjects: a randomized cross-over study. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54(2), 216-224.
- Jones, L. (1994). Peripheral Mechanisms of Touch and Proprioception. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 72(5), 484-487.
- Kawanabe, K., Kazuhiro, K., Kawashima, A., Sashimoto, I., Takeda, T., Sato, Y., e Iwamoto, J. (2007). Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance, and walking exercises on walking ability in the elderly, *The Keio journal of medicine*, 56(1), 28-33.
- Lephart, S. M., Pincivero, D. M. e Rozzi, S. L. (1998). Proprioception of the ankle and knee. *Sports medicine*, 25(3), 149-155.
- Lin, H., Chen, Y., Wang, D., Chou, P., Guo, L. e Wu, W. (2014). The acute effect of training frequencies and number of sets of whole-body vibration on knee joint proprioception. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, 14(03), 1450036.
- Lundy-Eckman L. (2007). Somatosensory system. In: *Neuroscience: Fundamentals for Rehabilitation* (3rd ed). Philadelphia: Saunders Elsevier.
- Manske, R. C. (2006) *Postsurgical Orthopedic Sports Rehabilitation*. Saint-Louis, MI: Mosby Elsevier.

- Marín, P. J., Bunker, D., Rhea, M. R. e Ayllón, F. N. (2009). Neuromuscular activity during whole-body vibration of different amplitudes and footwear conditions: implications for prescription of vibratory stimulation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(8), 2311-2316.
- McCloskey, D., Gandevia, S., Potter, E. e Colebatch, J. (1983). Muscle sense and effort: motor commands and judgments about muscular contractions. *Adv Neurol*, 39, 151-167.
- Moezy, A., Olyaei, G., Hadian, M., Razi, M. e Faghihzadeh, S. (2008). A comparative study of whole-body vibration training and conventional training on knee proprioception and postural stability after ACL reconstruction. *British Journal of Sports Medicine*, 42(5), 373-385.
- Mohammadi, F. e Roozdar, A. (2010) Effects of fatigue due to contraction of evertor muscles on the ankle joint position sense in male soccer players. *The American journal of sports medicine*, 38(4), 824-828.
- van Nes, I., Latour, H., Schils, F., Meijer, R., van Kuijk, A. e Geurts, A. (2006). Long-Term Effects of 6-Week Whole-Body Vibration on Balance Recovery and Activities of Daily Living in the Postacute Phase of Stroke. *Stroke*, 37(9), 2331-2335.
- Ochi, M., Iwasa, J., Uchio, Y., Adachi, N. e Sumen, Y. (1999). The regeneration of sensory neurones in the reconstruction of the ACL. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, 81(5), 902-906.
- Pigozzi, F., Rizzo, M., Giombini, A., Parisi, A., Fagnani, F. e Borriore, P. (2009). Bone mineral density and sport: effect of physical activity. *The journal of sports medicine and physical fitness*, 49, 77-83.
- Pollock, R., Provan, S., Martin, F. e Newham, D. (2011). The effects of whole-body vibration on balance, joint position sense and cutaneous sensation. *European Journal of Applied Physiology*, 111(12), 3069-3077.
- Rehn, B., Lidström, J., Skoglund, J. e Lindström, B. (2007). Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: a systematic review. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 17(1), 2-11.
- Riemann, B. L. e Lephart, S. M. (2002). The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *Journal of athletic training*, 37(1), 71-79.
- Rittweger, J., Beller, G. e Felsenberg, D. (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clinical physiology*, 20(2), 134-142.
- Rittweger, J. (2009). Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. *European Journal of Applied Physiology*, 108(5), 877-904.
- Roberts, D., Friden, T., Stomberg, A., Lindstrand, A. e Moritz, U. (2000). Bilateral proprioceptive defects in patients with a unilateral ACL reconstruction: a comparison between patients and healthy individuals. *Journal of Orthopaedic Research*, 18(4), 565-571.
- Sherrington, CS. (1906). On the proprioceptive system, especially in its reflex aspect. *Brain*, 29(4), 467-482.
- Smith, T. O., Davies, L. e Hing, C. B. (2013). A systematic review to determine the reliability of knee joint position sense assessment measures. *The Knee*, 20(3), 162-169.
- Takanashi, Y., Chinen, Y. e Hatakeyama, S. (2019). Whole-body vibration training improves the balance ability and leg strength of athletic throwers. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 59(7), 1110-1118.
- Torvinen, S., Kannus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T. A., Pasanen, M., Kontulainen, S. e Vuori, I. (2002). Effect of four-month vertical whole-body vibration on performance and balance. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(9), 1523-1528.