

Universidade Federal de Juiz de Fora
Campus Avançado Governador Valadares
Instituto de Ciências da Vida
Curso de Fisioterapia

Rebeca Caroline Fagundes

**O USO DE FEEDBACK COMO INTERVENÇÃO PARA MELHORA DO VALGO
DINÂMICO DO JOELHO: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Governador Valadares

2022

Rebeca Caroline Fagundes

**O USO DO FEEDBACK COMO INTERVENÇÃO PARA MELHORA DO VALGO
DINÂMICO DO JOELHO: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Fisioterapia, da Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Avançado Governador Valadares, como requisito para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientador: Prof. Dr. Diogo Simões Fonseca

Coorientadora: Msc. Priscila Monteiro Veras

Governador Valadares/MG

2022

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me proporcionado chegar até aqui. Devido a pandemia, foi necessário ocorrer mudanças em relação ao trabalho, foi um período difícil para todos, incertezas vieram, dificuldades e luto. Porém, Ele sempre esteve presente.

Gratidão ao meu querido orientador e pai (de coração) Diogo, que esteve comigo desde o 3º período do curso. Sou eternamente grata, por ter tido a oportunidade de ser sua aluna na disciplina de Cinesiologia, onde pude ser monitora posteriormente e apaixonar ainda mais pela profissão. O Diogo é um exemplo de pessoa, na vida profissional e pessoal. É o que sempre digo: quando crescer, quero ser igual a ele. Além da ajuda, claro, da coorientadora Priscila, que sem me conhecer, auxiliou no trabalho.

Ao meu noivo e melhor amigo, Jonatas, que me apoia em todas as etapas da minha vida, que me incentiva todos os dias em relação as minhas inseguranças. Ele é meu modelo de perseverança e coragem. Amor, você é meu orgulho, será nós dois pra sempre.

Aos meus familiares, em especial minha mãe (Elcione) e irmãs (Nathália e Raissa), pela paciência, união, amor e por compreender a minha “ausência” durante esse período.

Agradeço as futuras colegas de profissão que estiveram comigo durante a jornada inteira da graduação, pelo incentivo e amizade, em especial ao grupo “queixin de veludo LTDA” e Aline Martins por sempre representar a Fisio IX.

Por fim, aos docentes, pelos ensinamentos compartilhados que me proporcionaram conhecimentos necessários para este trabalho.

É só o começo da jornada! Obrigada por estarem comigo!

Resumo

O valgo dinâmico é um padrão de movimento de deslocamento medial do joelho durante atividades com descarga de peso e é um dos fatores de risco para inúmeras lesões. Para prevenção destas, o retreinamento do movimento é uma importante estratégia, podendo utilizar o feedback. Objetiva-se analisar o uso de feedback como intervenção para a melhoria do controle motor de indivíduos com valgo dinâmico de joelho. Foi realizada uma busca nas bases SciELO, PubMed, SCOPUS, Web of Science, EMBASE e PMC, sendo incluídos, artigos no idioma inglês, que avaliaram o uso do feedback como intervenção e que realizassem a mensuração de valgo durante a avaliação. E excluídos, artigos não obtidos na íntegra, com indivíduos amputados, disfunções neurológicas, déficits cognitivos e que realizaram cirurgia de membro inferior. Foram encontrados 1.020 artigos, e após a triagem, selecionou-se 8 artigos. Estes estudos avaliaram o uso do feedback, sendo: verbal, visual, tátil e com realidade aumentada. Em conclusão, o uso do feedback trouxe bons resultados, independentemente do método utilizado, desde ambiente laboratorial, como câmeras, a recursos mais simples como no feedback verbal.

Palavras chave: Joelho valgo. Biofeedback. Desempenho Psicomotor.

Abstract

Dynamic valgus is a knee's medial displacement movement pattern in weight-bearing activities and is a risk factor for numerous injuries. Movement retraining by feedback is an important strategy to prevent it. This work aimed to analyze the feedback use as an intervention to improve the motor control of individuals with dynamic knee valgus. The search was performed in following data bases: SciELO, PubMed, SCOPUS, Web of Science, EMBASE and PMC. The included articles published in English, which assessed the dynamic valgus, and used feedback as an intervention. Papers not fully retrieved, studies with amputees, subjects with neurological disorders, cognitive deficits, and who underwent lower limb surgery were excluded. From 1,020 articles found, 8 were selected after screening. These studies evaluated the use of different types of feedback: verbal, visual, tactile and augmented reality. In conclusion, the feedback use had good results, regardless the method.

Key Words: Genu Valgum. Biofeedback. Psychomotor Performance.

SUMÁRIO

| | |
|--------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 7 |
| 2. OBJETIVOS | 9 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL..... | 9 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 9 |
| 3. METODOLOGIA..... | 10 |
| 4. RESULTADOS | 11 |
| 5. DISCUSSÃO | 17 |
| 6. CONCLUSÃO..... | 20 |
| REFERÊNCIAS..... | 21 |

1. INTRODUÇÃO

O valgo dinâmico é um padrão de movimento de deslocamento medial do joelho durante atividades com descarga de peso, caracterizado por uma combinação dos movimentos de adução e rotação interna do fêmur, abdução do joelho, translação anterior da tíbia, rotação externa da tíbia e eversão do tornozelo. Tem como causa diminuição de força de abdutores de quadril, extensores, rotadores externos e maior mobilidade do mediopé (WILCZYŃSKI; ZORENA; ŚLEZAK, 2020). É um dos fatores de risco para inúmeras lesões, incluindo estresse do ligamento cruzado anterior (NESSLER; DENNEY; SAMPLEY, 2017), dor patelo-femoral, síndrome da banda iliotibial e é correlacionado ao aumento da pronação do tornozelo causando fascite plantar, inflamação no tendão de Aquiles, síndrome de estresse tibial medial e fratura por esforço tibial (CASHMAN, 2012).

Para prevenção de lesões relacionadas ao valgismo dinâmico, o retreinamento do movimento com o controle neuromuscular é uma importante estratégia (SHAMS et al., 2021). Esta, tem como objetivo aumentar a estabilidade dinâmica da articulação e realizar padrões de movimento ideais para habilidades necessárias durante as atividades de vida diária e esportivas (NESSLER; DENNEY; SAMPLEY, 2017). Controlar o valgo dinâmico é complexo e envolve

Este aprendizado de habilidades e padrões de movimento pode ser realizada com o uso de foco interno (direciona a atenção do indivíduo para seus próprios movimentos) e foco externo de atenção (direciona ao efeito do movimento no ambiente), utilizando feedback (BENJAMINSE et al., 2015; HEINERT et al., 2021).

O feedback é uma modalidade usada para correção da biomecânica prejudicial e para treinamento de controle motor, definido como informação sensorial durante ou após alguma tarefa visando alteração de um movimento (ERICKSEN et al., 2013). O feedback aumenta o conhecimento e compreensão do indivíduo e ajuda a aprender as habilidades motoras de forma mais fácil e rápida (STURMBERG et al., 2013). A capacidade de aprendizado e transferência das habilidades adquiridas para um ambiente diferente da clínica deve ser o padrão ouro para o fisioterapeuta com pretensão de auxiliar na recuperação do controle

motor e de potencializar as atividades e participação do indivíduo (HUNT; PAEZ; FOLMAR, 2017).

Dentre os tipos de feedback para aprendizagem motora temos como exemplo o feedback visual, auditivo, estímulos de percepção tátil ou híbrido combinando essas modalidades (MOINUDDIN; GOEL; SETHI, 2021). Esses podem orientar e direcionar o indivíduo para recordar os padrões de movimentos de uma maneira que chame atenção para articulações específicas (HUNT; PAEZ; FOLMAR, 2017).

Os exercícios para treinamento neuromuscular com feedback em tempo real podem ter efeito positivo na redução do valgo dinâmico de joelho. Para sintetizar isso, a revisão integrativa permite a inclusão de diversas metodologias e pode combinar dados da literatura teórica e empírica (WHITTEMORE; KNAFL, 2005). Objetiva-se, desse modo, analisar o uso de feedback como intervenção para a melhoria do controle motor de indivíduos com valgo dinâmico de joelho.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o uso de feedback como intervenção para a melhoria do controle motor de indivíduos com valgo dinâmico de joelho.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever as formas de mensuração e avaliação do valgismo apresentadas na literatura;
- Levantar os tipos de feedback utilizados na intervenção sobre o valgo dinâmico de joelho;

3. METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão integrativa de literatura desenvolvida a partir da pergunta norteadora de pesquisa: o feedback pode melhorar o controle motor de indivíduos com valgo dinâmico de joelho?

A estratégia de pesquisa consistiu na busca realizada nas bases de dados eletrônicas realizada no período de setembro e outubro de 2021, nas bases SciELO (Scientific Electronic Library Online), PubMed (via National Library of Medicine), SCOPUS, Web of Science, EMBASE (Elsevier) e PMC, sem restrição de tempo da publicação.

Para elaborar a busca foram definidos os seguintes descritores ou palavras chaves em inglês: (“dynamic knee valgus” OR “Knee Valgus”) AND (“motor control” OR “psychomotor” OR “Acoustic” OR “Visual” OR “verbal”) com objetivo de identificar a correlação do treinamento de controle motor para a melhoria do valgismo de joelho.

Foram incluídos artigos no idioma inglês, que avaliaram o uso do feedback como intervenção para a correção do valgo dinâmico joelho e que realizassem a mensuração de valgo durante a avaliação. E excluídos, artigos não obtidos na íntegra, com indivíduos amputados, disfunções neurológicas, déficits cognitivos e que realizaram cirurgia de membro inferior.

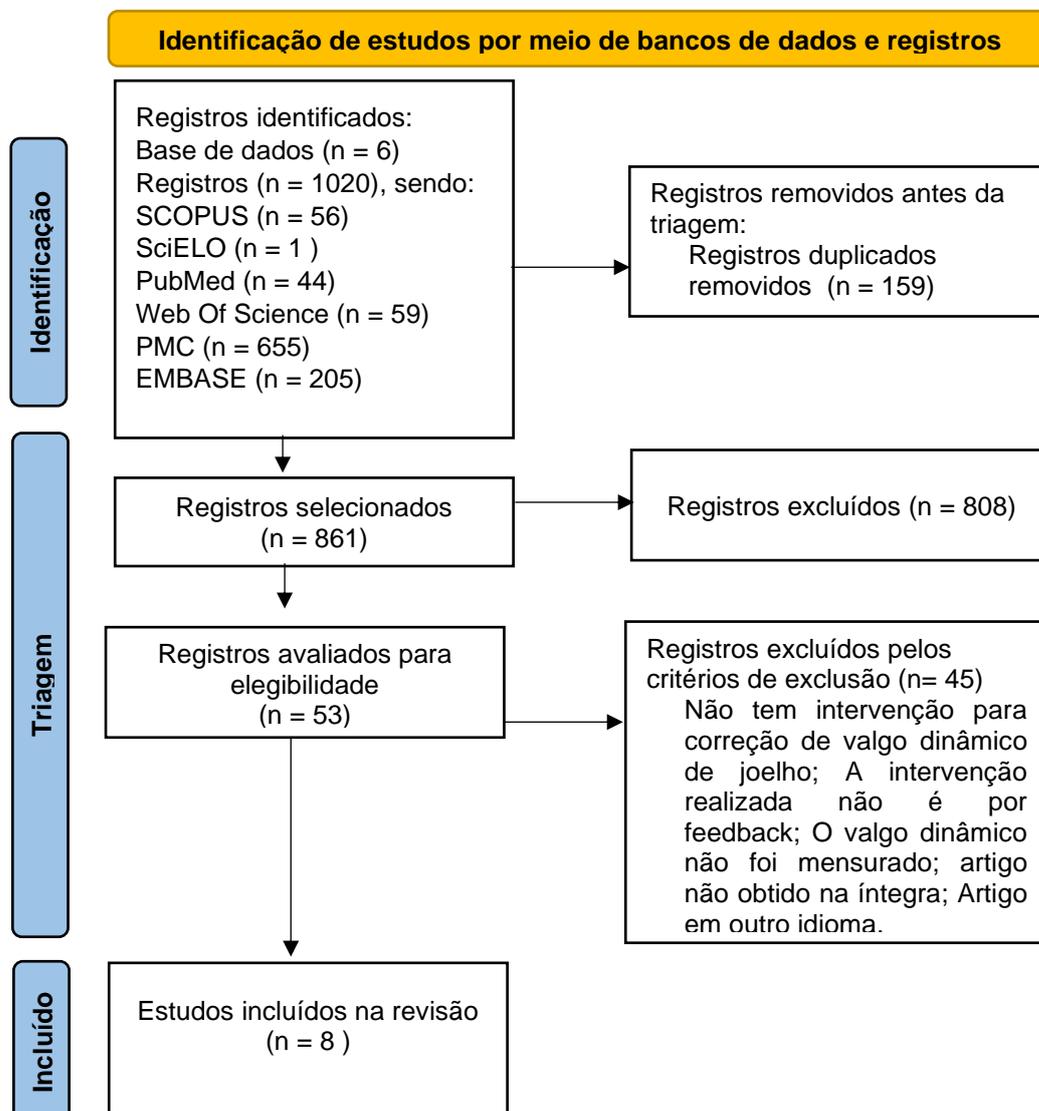
Após a identificação dos estudos, as informações referentes aos artigos (Título, Autores, Periódico e Ano de publicação) de cada base foram exportadas para o programa Microsoft Excel (versão 2021). A partir da planilha criada, foram removidos os artigos duplicados e, em seguida, realizada a leitura do título e resumo para exclusão dos artigos que não eram elegíveis. Posteriormente, foi realizada a análise de texto completo para análise de acordo com os critérios de inclusão e exclusão.

Para cada estudo incluído, para realizar análise descritiva, foram extraídos dados da amostra dos participantes, método de mensuração do valgo dinâmico de joelho, variáveis de desfecho relacionadas a quantificação do valgismo dinâmico utilizadas, intervenção realizada, tipo de feedback para correção do movimento e conclusão.

4. RESULTADOS

Fundamentado nas estratégias de busca descritas, foram encontrados 1.020 artigos, sendo SCOPUS: 56 artigos; SciELO: 1 artigo; PubMed: 44 artigos; Web Of Science: 59; PMC: 655; EMBASE: 205. Em seguida, foi realizada a etapa de triagem dos estudos, ocorrendo a exclusão de 159 duplicados. Os artigos restantes foram analisados através do título e resumo, restando 53 artigos para leitura de texto completo que resultaram na exclusão de 46 artigos por diferentes motivos, de acordo com os critérios de elegibilidade. Essa seleção de estudos levou a um total de 8 artigos incluídos na revisão. Uma visão geral deste processo é demonstrada no fluxograma 1.

Fluxograma 1: Visão geral do processo de seleção de artigos.



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Os estudos selecionados estão descritos resumidamente na tabela 1. No total, oito estudos foram incluídos, envolvendo 242 participantes com idade entre 12 e 40 anos, publicados entre 2014 e 2020.

O valgo dinâmico de joelho foi avaliado visualmente pelo teste de agachamento unipodal (GRACI; SALSICH, 2015; MARSHALL et al., 2020; SALSICH et al., 2018); pela mensuração do ângulo tibial durante a marcha por 2 minutos (RODRIGUES et al., 2020); calculado como o ângulo entre um marcador no fêmur proximal, um ponto estimado no fêmur distal, e marcador no meio da tibia durante dois saltos unipodais (GROOTEN; KARLEFUR; CONRADSSON, 2020); dados cinemáticos 3D usando um sistema de captura de movimento 3D (TURNER et al., 2018); câmera bidimensional para dados cinemáticos (EMAMVIRDI; LETAFATKAR; KHALEGHI TAZJI, 2019) e valor positivo no ângulo de projeção frontal (MUNRO; HERRINGTON, 2014).

Estes estudos avaliaram o uso do *feedback* para o valgo dinâmico de joelho. Os *feedbacks* para intervenção utilizados pelos estudos foram: somente verbais (GRACI; SALSICH, 2015; GROOTEN; KARLEFUR; CONRADSSON, 2020; TURNER et al., 2018), adaptado para cada participante com orientação verbal e progredindo para feedback visual e tátil (SALSICH et al., 2018), tátil e realidade aumentada (RODRIGUES et al., 2020), verbal e visual utilizando um espelho (EMAMVIRDI; LETAFATKAR; KHALEGHI TAZJI, 2019), feedback visual usando um sistema de câmeras e monitor de televisão (MARSHALL et al., 2020) e com vídeo (MUNRO; HERRINGTON, 2014).

Tabela 1: descrição de autores, desenho do estudo, amostra, avaliação do valgo dinâmico de joelho, medida de desfecho e conclusão dos estudos selecionados.

| Autores | Desenho do estudo | Amostra | Avaliação do Valgo Dinâmico | Medida de desfecho | Conclusão |
|--------------------------|-------------------|---|--|--|--|
| (SALSICH et al., 2018) | Prospectivo | 25 mulheres com dor patelofemoral crônica (+ de 2 meses), com idade de 18 a 40 anos. | 5 tentativas de agachamento unilateral com o membro mais dolorido. | Medidas primárias: número de participantes recrutados, além da adesão aos padrões de movimentos corrigidos. Medidas secundárias: Cinemática tridimensional do quadril e joelho durante agachamento unilateral. Além de dor atual, dor média e dor máxima na semana anterior através da Escala Visual Analógica (EVA). Função: avaliada por meio de uma escala específica do paciente. As medidas adicionais foram obtidas, mas não são relatadas pois não faziam parte da análise estatística pré-planejada. | Uma intervenção de reabilitação composta exclusivamente de treinamento de movimento específico para tarefas é viável para implementar em mulheres jovens que têm dor patelofemoral e valgo dinâmico do joelho, com base em resultados positivos para recrutamento, retenção, adesão e credibilidade do tratamento. Ainda, este treinamento pode melhorar a cinemática, a dor e a função de mulheres com dor patelofemoral e valgo dinâmico de Joelho. Porém, a eficácia deve ser testada em um estudo maior e randomizado. |
| (RODRIGUES et al., 2020) | Transversal | 26 participantes (13 homens e 13 mulheres) com idade média de 27,54 (\pm 6,57) anos. | Avaliado através de ângulo da tibia direita e esquerda. | Medidas objetivas de ângulos e medidas subjetivas do questionário que avalia a experiência do feedback nas modalidades. | A realidade aumentada (RA) tem potencial significativo para reabilitação da marcha. Através da avaliação objetiva, a RA reduz o número de desalinhamentos no joelho. A avaliação subjetiva do questionário fornece resultados interessantes em termos de como os usuários sentem que sua caminhada mudou positivamente com o feedback de RA. Ambos os grupos relataram que a RA tinha maior utilidade que o feedback tátil. O grupo masculino apresentou melhora estatisticamente significativa em varo, valgo, desalinhamento total e tempo em valgo. |
| (GROOTEN; KARLEFUR; | Transversal | 28 jogadores de futebol adolescente, com | Calculado como o ângulo entre um marcador proximal | Medidas analisadas: análise de movimento de oito câmeras em seis marcadores, força de reação do | Instruções verbais para o alinhamento adequado do joelho beneficiam a cinemática do joelho, mas não para a performance de saltos nos |

| | | | | | |
|--------------------------|--|--|--|---|--|
| CONRADSSON, 2020) | idade entre 12 e 14 anos, praticavam futebol ≥ 2 sessões por semana, e sem lesões anteriores ou em andamento. | do fêmur, um ponto estimado no fêmur distal, e marcador no meio da tíbia. | solo através de duas plataformas de força, e trajetórias tridimensionais dos marcadores foram reconstruídas usando um sistema de rastreamento. Os dados cinemáticos e cinéticos foram processados no MATLAB. Para as medidas de resultado: foram concentradas no desempenho do salto (número de tentativas incorretas, tempo de contato e tempo do salto), cinemática do joelho (valgo máximo e ângulo de flexão) e cinética de dois saltos unipodais. | participantes. Sugerindo que durante a reabilitação, devemos estar cientes da variação dos efeitos das instruções no alinhamento do joelho e alterar entre instruções verbais com foco interno (postura corporal) e execução de tarefas (desempenho), podendo ser benéfico para a reabilitação. | |
| (TURNER et al., 2018) | Transversal | 12 bailarinas e 15 não bailarinas, idade entre 18 e 25 anos, mulheres jovens ativas. | Dados cinemáticos 3D dos membros inferiores usando um sistema de captura de movimento 3D de 10 câmeras. | Dados da perna direita, eletromiografia (EMG), cinemática articular 3D, ativação muscular e cinemática articular durante a desaceleração de cada tentativa de queda (pós salto). O pico de adução do quadril e valgo do joelho também foram obtidos durante este período. | Durante a aterrissagem, os bailarinos demonstram movimento e estratégias de controle muscular diferente dos não bailarinos. Os bailarinos, demonstraram maior ativação do glúteo máximo e redução do ângulo de valgo de joelho, sendo fator protetor de lesões de LCA. Os grupos parecem responder de forma diferente às instruções de movimento. Os não bailarinos tiveram a mecânica de aterrissagem interrompida após as dicas, indicando que a falta de experiência no processo explícito de instruções de movimentos podem impactar no aprendizado motor agudo. Os achados podem fornecer conceitos para os conceitos de aprendizagem motora associados a educação da dança em programas de educação do LCA. Entretanto, pesquisas futuras devem investigar as formas benéficas de dicas e o período ideal de aprendizado motor o para estratégias de treinamento de prevenção de lesão de LCA. |

| | | | | | |
|--|-------------|---|---|---|--|
| (EMAMVIRDI; LETAFATKAR; KHALEGHI TAZJI, 2019) | Controlado | 64 jogadoras amadoras universitárias de voleibol com a mesma experiência, idade entre 18 e 25 anos. | Câmera de vídeo bidimensional para dados cinemáticos. | Dor: EVA; função: através de testes de desempenho dos membros inferiores (salto unipodal, salto triplo, salto cruzado, single-leg 6-m timed hop test); cinemática da extremidade inferior: câmera de vídeo bidimensional; pico de torque e tempo: cada participante completou um aquecimento submáximo de 5 minutos em um ciclo ergômetro, em seguida, ocorreu os procedimentos de abdução e adução excêntrica do quadril e testes de torque de rotação externa e interna de forma aleatória. | Melhora do desempenho dinâmico do joelho e o ângulo de valgo de joelho durante situações funcionais podem conduzir a melhora da relação do pico de torque excêntrico de rotação externa e interna em pacientes com dor patelofemoral. Exercícios de instrução de valgo podem corrigir o ângulo de valgo de joelho através da reeducação de controles motores. Assim, esses protocolos de exercícios podem ser recomendados para pacientes com dor patelofemoral e para prevenção de lesão de LCA sem contato. Esses resultados indicam médio a grande efeito para as variáveis do estudo, sugerindo que o uso de o protocolo de exercícios de controle de instrução de valgo no cenário clínico pode seletivamente, melhorar a dor e força dos pacientes e ainda, o ângulo do valgo de joelho e a performance. |
| (MUNRO; HERRINGTON, 2014) | Controlado | 28 participantes, onde no grupo intervenção: 20 participantes ativos (8 homens e 12 mulheres) e no grupo controle: 8 participantes (4 homens e 4 mulheres). | Valores positivos de ângulo de projeção do plano frontal a partir de imagens digitais. | Plano frontal e sagital de cada tarefa registrado por 3 câmeras de vídeo sagital; reação do solo através de uma plataforma de força; o tempo de contato durante a fase inicial foi calculado; ponto de contato inicial da primeira aterrissagem, a decolagem e o contato inicial da segunda aterrissagem durante a queda foram determinados manualmente dentro do software; A altura do salto também foi calculada. | O feedback é capaz de realizar mudanças positivas na mecânica da aterrissagem na tarefa de drop jump, incluindo redução do valgo dinâmico de joelho e aumento no tempo de contato. É necessária uma investigação mais aprofundada das melhorias para apoiar o uso do feedback como uma ferramenta para diminuir o risco de lesões antes ou como parte de programas de treinamentos mais demorados. Outros trabalhos que incluam pacientes com problemas de LCA e da articulação patelofemoral devem ser realizados para confirmar os benefícios do feedback a fim de melhorar a mecânica de aterrissagem dos membros inferiores. |
| (GRACI; SALSICH, 2015) | Transversal | 20 mulheres com dor patelofemoral crônica, idade entre 18 e 40 anos. | Através da fase de descida do agachamento unipodal, avaliação visual ângulo do joelho maior que | As medidas dependentes incluíram pelve, fêmur, tibia e ângulos dos planos frontal e transversal do tronco e dor (escores EVA). | Quando as mulheres com dor patelofemoral foram solicitadas para corrigir o valgo dinâmico de joelho, elas diminuíram a adução e a rotação interna do fêmur. Elas também aumentaram a flexão lateral da pelve. A correção do valgo dinâmico de joelho pode precisar da compensação |

| | | | | | |
|-------------------------|--------|--|--|--|---|
| | | | 10° realizado com o membro acometido ou mais doloroso. | | do plano frontal do movimento da pelve, talvez para diminuir a demanda do quadril de sustentar peso. A associação entre a diminuição da dor e diminuição da rotação interna do fêmur e aumento da flexão lateral do tronco em direção da sustentação de peso pode fornecer informações sobre os componentes cinemáticos que influenciam a dor durante uma tarefa de sustentação de peso e possíveis intervenções de tratamento para mulheres com dor patelofemoral. |
| (MARSHALL et al., 2020) | Coorte | 24 mulheres ativas auto relatadas, com idade entre 15-40 anos com deslocamento medial do joelho (valgo). | Avaliação visual do agachamento unipodal. | As variáveis independentes foram grupo (biofeedback visual, controle) e tempo (pré-intervenção, pós-intervenção), e as variáveis dependentes foram cinemáticas tridimensional (usando um sistema de análise de movimento de 12 câmeras) do tronco, quadril, joelho e tornozelo durante um salto vertical unipodal. | O feedback em tempo real usando o Microsoft Kinect facilitou melhorias imediatamente da cinemática aberrante. Os indivíduos com deslocamento medial do joelho observados visualmente foram aptos para ajustar seus padrões de aterrissagem de uma perna depois de uma sessão de treinamento. Os pesquisadores devem avaliar a aquisição e retenção a longo prazo do padrão de movimento e procurar incorporar essa intervenção em programas de treinamento neuromuscular e prevenção de lesões. |

Fonte: Elaborada pela autora, baseado nos artigos inseridos.

5. DISCUSSÃO

Para investigar o valgismo dinâmico, é necessária uma avaliação criteriosa com métodos válidos e confiáveis. Tais instrumentos têm por objetivo quantificar ou qualificar os padrões de movimento apresentados. Nessa revisão, os artigos incluídos apresentaram tanto análises subjetivas como objetivas.

As análises observacionais e visuais durante o agachamento unipodal, como realizadas em 3 dos estudos desta revisão (GRACI; SALSICH, 2015; MARSHALL et al., 2020; SALSICH et al., 2018) são subjetivas e podem ter influência do examinador sob o resultado (KIANIFAR et al., 2017). No entanto, uma revisão sistemática com metanálise de 2019 apresentou concordância do agachamento unipodal “moderada” a “quase perfeita”, com confiabilidade interexaminador de 0,58 e intraexaminador de 0,68, indicando ser adequado para a prática clínica (RESSMAN; GROOTEN; RASMUSSEN BARR, 2019).

O sistema de análise tridimensional (3D) é visto como padrão ouro para quantificar o alinhamento do joelho, como no estudo de Turner e colaboradores (2018), porém o seu uso clínico é limitado devido ao alto custo financeiro, não sendo a primeira opção para a maioria dos ambientes clínicos. Uma alternativa é a análise bidimensional (2D), utilizando câmeras de vídeo (GWYNNE; CURRAN, 2014; MUNRO; HERRINGTON; CAROLAN, 2012), como realizada por dois estudos adicionados nessa revisão (EMAMVIRDI; LETAFATKAR; KHALEGHI TAZJI, 2019; MUNRO; HERRINGTON, 2014). De acordo com Emamvirdi, Letafatkar e Khaleghi Tazji (2019), a câmera de vídeo bidimensional é confiável para medir dados cinemáticos do membro inferior, com um coeficiente de correlação intraclasse (ICC) de 0,91 no teste piloto realizado. Além disso, Munro, Herrington e Carolan (2012), demonstraram que a análise 2D do ângulo de projeção do plano frontal durante o teste agachamento com uma perna, salto e aterrissagem com uma perna, é válida e confiável como medida do valgo dinâmico.

A cinemática também foi utilizada em um sistema de análise com marcadores (GROOTEN; KARLEFUR; CONRADSSON, 2020). Já o estudo de Rodrigues e colaboradores (2020) utilizou o ângulo da tíbia para avaliação do valgismo considerando que durante esse distúrbio, a tíbia não está alinhada corretamente com

o fêmur. Esse ângulo foi classificado por meio de um sistema de captura com seis unidades de medição inerciais colocadas no corpo do participante e transmitidos para um computador. Outrossim, a inclinação da tíbia também foi utilizada para avaliar o uso do feedback para melhora do valgo de joelho por meio de um sistema de feedback háptico com vibração e realidade aumentada (RODRIGUES et al., 2020)

O feedback vibrotátil pode facilitar o treinamento de movimento para uma gama diversificada de movimentos humanos (SHULL; ZHU; CUTKOSKY, 2017), tendo como objetivo guiar o movimento ideal por meio de uma interface háptica melhorando o aprendizado motor (SIGRIST et al., 2012). O feedback vibrotátil já foi utilizado em estudos anteriores (LIEBERMAN; BREAZEAL, 2007; ROKHMANOVA; ROMBOKAS, 2019; SHULL; ZHU; CUTKOSKY, 2017; TURCHET; BURELLI; SERAFIN, 2013) com resultados benéficos. Os participantes do estudo de Rodrigues et. Al (2020) demonstraram um desempenho melhor para o feedback com realidade aumentada quando comparado ao feedback háptico para a diminuição do valgo durante a marcha (redução de 13%). A realidade aumentada permite uma interação com o ambiente simulado e ajuda a praticar as habilidades para as atividades de vida diária, porém, tem as suas limitações, como a segurança tendo em vista que o usuário pode não reconhecer sua própria percepção corporal ao utilizar o dispositivo e pode apresentar instabilidade durante o treinamento, mesmo sendo saudável (CHAN et al., 2019).

O feedback verbal foi utilizado em 5 estudos (EMAMVIRDI; LETAFATKAR; KHALEGHI TAZJI, 2019; GRACI; SALSICH, 2015; GROOTEN; KARLEFUR; CONRADSSON, 2020; SALSICH et al., 2018; TURNER et al., 2018) o que corrobora os estudos anteriores como apontado na revisão sistemática de Storberget e colaboradores (2017). Essa revisão sistemática investigou o efeito do feedback verbal na reabilitação e prevenção da disfunção musculoesquelética dos membros inferiores e indicou efeitos positivos na biomecânica e no controle postural, com evidências de qualidade moderada (STORBERGET et al., 2017). O feedback verbal é interessante antes, durante e após o desempenho de tarefas motoras. Porém, vale acentuar que está diretamente ligado a forma como o treinador oferece o feedback e instruções para o sujeito (BENZ et al., 2016).

Ainda, podemos considerar que a visão é extremamente importante para interação com o ambiente. O trabalho de Emamvirdi, Letafatkar, Khaleghi Tazji (2019)

observou o uso do feedback verbal e visual (espelho) a fim de controlar o movimento do joelho e da pelve no plano frontal, e demonstrou resultados satisfatórios no grupo intervenção para o ângulo de valgo dinâmico de joelho (tamanho do efeito = 0,720). A aprendizagem motora visual simultânea por observação, imitação ou por vídeo é interessante para guiar o indivíduo em direção ao movimento ideal (SIGRIST et al., 2012). O sistema de feedback visual por captura de movimento por meio de câmeras também deve ser considerado pois demonstra alta precisão para avaliar a posição e movimento, entretanto, este recurso está limitado a um ambiente laboratorial (GIGGINS; PERSSON; CAULFIELD, 2013). Um fato interessante a realçar é que a posição estacionária do monitor de feedback visual tem poder para influenciar negativamente a tarefa, tendo em vista que a depender do movimento, será necessária uma mudança corporal para visualizar a tela (KIEFER et al., 2015).

Em relação as limitações do estudo, a seleção e triagem foram feitas por uma única pesquisadora e os estudos não foram limitados a uma população ou condição específica. Ainda, a busca se limitou em apenas um idioma. No entanto, a análise possibilitou evidenciar e conhecer características gerais do uso feedback para o valgo dinâmico de joelho.

6. CONCLUSÃO

Os resultados dessa revisão sugerem que o valgo dinâmico de joelho pode ser identificado por avaliação subjetiva e objetiva e o feedback é capaz de ser usado como intervenção para o controle motor desse padrão de movimento. O uso do feedback trouxe bons resultados, independentemente do método utilizado, desde ambiente laboratorial, como câmeras, a recursos mais simples como no feedback verbal, podendo ser replicado na prática clínica.

REFERÊNCIAS

BENJAMINSE, A. et al. Optimization of the anterior cruciate ligament injury prevention paradigm: Novel feedback techniques to enhance motor learning and reduce injury risk. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 45, n. 3, p. 170–182, 1 mar. 2015.

BENZ, A. et al. Coaching instructions and cues for enhancing sprint performance. **Strength and Conditioning Journal**, v. 38, n. 1, p. 1–11, 1 fev. 2016.

CASHMAN, G. E. The Effect of Weak Hip Abductors or External Rotators on Knee Valgus Kinematics in Healthy Subjects: A Systematic Review. **Journal of Sport Rehabilitation**, v. 21, n. 3, p. 273–284, 1 ago. 2012.

CHAN, Z. Y. S. et al. Walking with head-mounted virtual and augmented reality devices: Effects on position control and gait biomechanics. **PLoS ONE**, v. 14, n. 12, 1 dez. 2019.

EMAMVIRDI, M.; LETAFATKAR, A.; KHALEGHI TAZJI, M. The Effect of Valgus Control Instruction Exercises on Pain, Strength, and Functionality in Active Females With Patellofemoral Pain Syndrome. **Sports Health**, v. 11, n. 3, p. 223–237, 1 maio 2019.

ERICKSEN, H. M. et al. Different Modes of Feedback and Peak Vertical Ground Reaction Force During Jump Landing: A Systematic Review. **Journal of Athletic Training**, v. 48, n. 5, p. 685, set. 2013.

GIGGINS, O. M.; PERSSON, U. M. C.; CAULFIELD, B. Biofeedback in rehabilitation. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v. 10, n. 1, p. 60, 2013.

GRACI, V.; SALSICH, G. B. Trunk and lower extremity segment kinematics and their relationship to pain following movement instruction during a single-leg squat in females with dynamic knee valgus and patellofemoral pain. **Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia**, v. 18, n. 3, p. 343, 1 maio 2015.

GROOTEN, W. J. A.; KARLEFUR, O.; CONRADSSON, D. Effects of verbal knee alignment instructions on knee kinematics, kinetics and the performance of a single-leg jump in female adolescent soccer players. **European Journal of Physiotherapy**, v. 22, n. 2, p. 106–114, 3 mar. 2020.

GWYNNE, C. R.; CURRAN, S. A. QUANTIFYING FRONTAL PLANE KNEE MOTION DURING SINGLE LIMB SQUATS: RELIABILITY AND VALIDITY OF 2-DIMENSIONAL MEASURES. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 9, n. 7, p. 898, dez. 2014.

HEINERT, B. et al. Changes in landing mechanics using augmented feedback: 4-Week training and retention study. **Physical Therapy in Sport**, v. 52, p. 97–102, 1 nov. 2021.

HUNT, C.; PAEZ, A.; FOLMAR, E. THE IMPACT OF ATTENTIONAL FOCUS ON THE TREATMENT OF MUSCULOSKELETAL AND MOVEMENT DISORDERS. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 12, n. 6, p. 901, nov. 2017.

KIEFER, A. W. et al. A Commentary on Real-Time Biofeedback to Augment Neuromuscular Training for ACL Injury Prevention in Adolescent Athletes. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 14, n. 1, p. 1, 2015.

LIEBERMAN, J.; BREAZEAL, C. TIKL: Development of a wearable vibrotactile feedback suit for improved human motor learning. **IEEE Transactions on Robotics**, v. 23, n. 5, p. 919–926, out. 2007.

MARSHALL, A. N. et al. Visual Biofeedback and Changes in Lower Extremity Kinematics in Individuals With Medial Knee Displacement. **Journal of Athletic Training**, v. 55, n. 3, p. 255, 1 mar. 2020.

MOINUDDIN, A.; GOEL, A.; SETHI, Y. The Role of Augmented Feedback on Motor Learning: A Systematic Review. **Cureus**, v. 13, n. 11, 18 nov. 2021.

MUNRO, A.; HERRINGTON, L. The effect of videotape augmented feedback on drop jump landing strategy: Implications for anterior cruciate ligament and patellofemoral joint injury prevention. **The Knee**, v. 21, n. 5, p. 891–895, 1 out. 2014.

MUNRO, A.; HERRINGTON, L.; CAROLAN, M. Reliability of 2-Dimensional Video Assessment of Frontal-Plane Dynamic Knee Valgus During Common Athletic Screening Tasks. **Journal of Sport Rehabilitation**, v. 21, n. 1, p. 7–11, 1 fev. 2012.

NESSLER, T.; DENNEY, L.; SAMPLEY, J. ACL Injury Prevention: What Does Research Tell Us? **Current reviews in musculoskeletal medicine**, v. 10, n. 3, p. 281–288, 1 set. 2017.

RESSMAN, J.; GROOTEN, W. J. A.; RASMUSSEN BARR, E. Visual assessment of movement quality in the single leg squat test: a review and meta-analysis of inter-rater and intrarater reliability. **BMJ Open Sport — Exercise Medicine**, v. 5, n. 1, 1 jun. 2019.

RODRIGUES, T. B. et al. A Quality of Experience assessment of haptic and augmented reality feedback modalities in a gait analysis system. **PLoS ONE**, v. 15, n. 3, 2020.

ROKHMANOVA, N.; ROMBOKAS, E. Vibrotactile feedback improves foot placement perception on stairs for lower-limb prosthesis users. **IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics**, v. 2019- June, p. 1215–1220, 1 jun. 2019.

SALSICH, G. B. et al. A feasibility study of a novel, task-specific movement training intervention for women with patellofemoral pain. **Clinical rehabilitation**, v. 32, n. 2, p. 179, 1 fev. 2018.

SHAMS, F. et al. Valgus Control Feedback and Taping Improves the Effects of Plyometric Exercises in Women With Dynamic Knee Valgus. **Sports health**, p. 19417381211049804, 15 out. 2021.

SHULL, P. B.; ZHU, X.; CUTKOSKY, M. R. Continuous Movement Tracking Performance for Predictable and Unpredictable Tasks with Vibrotactile Feedback. **IEEE transactions on haptics**, v. 10, n. 4, p. 466–475, 1 out. 2017.

SIGRIST, R. et al. Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: A review. **Psychonomic Bulletin & Review** 2012 20:1, v. 20, n. 1, p. 21–53, 7 nov. 2012.

STORBERGET, M. et al. Verbal augmented feedback in the rehabilitation of lower extremity musculoskeletal dysfunctions: a systematic review. **BMJ Open Sport & Exercise Medicine**, v. 3, n. 1, p. e000256, 1 set. 2017.

STURMBERG, C. et al. Attentional focus of feedback and instructions in the treatment of musculoskeletal dysfunction: A systematic review. **Manual Therapy**, v. 18, n. 6, p. 458–467, 1 dez. 2013.

TURCHET, L.; BURELLI, P.; SERAFIN, S. Haptic feedback for enhancing realism of walking simulations. **IEEE Transactions on Haptics**, v. 6, n. 1, p. 35–45, 2013.

TURNER, C. et al. Preventing non-contact ACL injuries in female athletes: What can we learn from dancers? **Physical Therapy in Sport**, v. 31, p. 1–8, 1 maio 2018.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**, v. 52, n. 5, p. 546–553, 1 dez. 2005.

WILCZYŃSKI, B.; ZORENA, K.; ŚLEZAK, D. Dynamic Knee Valgus in Single-Leg Movement Tasks. Potentially Modifiable Factors and Exercise Training Options. A Literature Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 21, p. 1–17, 1 nov. 2020.