

André de Melo Andrade

**EFEITOS DO RETREINAMENTO DA CORRIDA BASEADO EM  
FEEDBACK VISUAL, AUDITIVO E VERBAL SOBRE A DOR,  
FUNÇÃO E BIOMECÂNICA DOS MEMBROS INFERIORES DE  
CORREDORES COM SÍNDROME PATELOFEMORAL: UMA  
REVISÃO NARRATIVA**

Belo Horizonte  
Universidade Federal de Minas Gerais  
2016

André de Melo Andrade

**EFEITOS DO RETREINAMENTO DA CORRIDA BASEADO EM  
FEEDBACK VISUAL, AUDITIVO E VERBAL SOBRE A DOR, FUNÇÃO  
E BIOMECÂNICA DOS MEMBROS INFERIORES DE CORREDORES  
COM SÍNDROME PATELOFEMORAL: UMA REVISÃO NARRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Pós-graduação em Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de pós-graduado lato sensu em Fisioterapia Esportiva.

Orientador: Prof. Renan Alves Resende

## **CARTA DO ORIENTADOR TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO**

Declaro que o aluno **ANDRÉ DE MELO ANDRADE** do curso de Especialização da Fisioterapia em **ESPORTES** da UFMG foi orientado por mim, **RENAN ALVES RESENDE** e afirmo que estou ciente e concordo com a entrega do Trabalho de Conclusão do Curso com o Título: **EFEITOS DO RETREINAMENTO DA CORRIDA BASEADO EM FEEDBACK VISUAL, AUDITIVO E VERBAL SOBRE A DOR, FUNÇÃO E BIOMECÂNICA DOS MEMBROS INFERIORES DE CORREDORES COM SÍNDROME PATELOFEMORAL: UMA REVISÃO DE LITERATURA.**

Declaro também que o aluno manteve contato comigo e realizou as etapas do TCC em tempo.

Belo Horizonte, 24 de novembro de 2016.



assinatura

## RESUMO

**Introdução:** A corrida é um exercício popular e possui alta incidência de lesões ortopédicas do joelho, especialmente a síndrome patelofemoral, que está relacionada à taxa e a magnitude das forças de impacto com o solo durante a fase de contato dos membros inferiores. O retreinamento da corrida é capaz de promover alterações biomecânicas durante a corrida, por meio de *feedback* visual, auditivo e/ou verbal, podendo ser usada como intervenção terapêutica melhorando a dor e função de corredores. **Objetivo:** Investigar os efeitos do retreinamento da corrida baseado em *feedback* visual, auditivo e verbal sobre a dor, função e biomecânica dos membros inferiores em corredores com síndrome patelofemoral. **Metodologia:** Uma revisão da literatura nos bancos de dados Medline, Scielo, Lilacs, PEDro e Cochrane no período de março a setembro de 2016, utilizando as palavras chaves: *Running Gait Retraining*, combinadas com as palavras: *Injury; Rehabilitation, Biofeedback; Biomechanics*. **Resultados:** Quatro estudos com protocolos de retreinamento da corrida foram favoráveis quanto a dor e função. Dois deles utilizaram o protocolo de oito sessões por duas semanas de *feedback* verbal associado ao visual por meio de monitor ou espelhos para a correção da adução do quadril e queda pélvica contralateral em mulheres corredoras com síndrome patelofemoral. Os demais estudos não tiveram consenso nas sessões e duração dos protocolos e enfatizaram o *feedback* verbal para contato inicial pelo antepé e redução do comprimento do passo, sendo que um deles associou a outras intervenções como *feedback* auditivo por meio do uso do metrônomo com aumento da cadência; educação sobre volume de treinos; fortalecimento de MMII/CORE e exercícios de controle motor. **Conclusão:** O retreinamento da corrida é uma intervenção terapêutica acessível na prática clínica, capaz de reduzir as forças de impacto sobre o joelho sendo efetivo sobre dor e função em corredores com síndrome patelofemoral. Nenhum tipo de *feedback* foi claramente definido sendo superior a outro. É preciso considerar o fator mecânico potencial causador dos sintomas e o gênero do corredor para a escolha do tipo de *feedback*.

Palavras-chave: Retreinamento da marcha e da corrida, Lesão, Reabilitação, Biomecânica.

## ABSTRACT

**Introduction:** Running is a popular form of exercise and has a high incidence of orthopedic injuries of the knee, especially the patellofemoral syndrome, which is related to the rate and magnitude of the forces of impact with the ground during the stance phase of the lower limbs. The running gait retraining can modify biomechanical aspects, through visual, auditory and/or verbal feedback, usually used as therapeutic tool improving pain and function in runners. **Objective:** To investigate the effects of running gait retraining, based on visual, auditory and/or verbal feedback on pain and function and biomechanics aspects of the lower limbs in runners with patellofemoral syndrome. **Methodology:** A review of the literature in the databases Medline, Scielo, Lilacs, PEDro and Cochrane, in the period of march until september 2016 using the key words: Injury; Rehabilitation, Biofeedback; Biomechanics. **Results:** Four studies were found that used running gait retraining protocols, with favorable results on pain and function. Two of them used the eight-session protocol for two weeks of verbal feedback associated with the visual one with a monitor or mirrors for a correction of hip adduction and contralateral pelvic drop in female runners with patellofemoral syndrome. The other two did not find a consensus about session and duration of the protocols and they were focused in verbal feedback that emphasized forefoot initial contact, as well as reduced step length. One of them associated other approaches as: auditory feedback with increased cadence; training volume education; strengthening of lower limbs/CORE and motor control exercises. **Conclusion:** Running gait retraining is an accessible therapeutic therapy in clinical practice, capable of reducing knee impact forces and effective on pain and function in runners with patellofemoral syndrome. However, is impossible to determine the best feedback type. What is known is the importance to take account the possible biomechanical causes of patellofemoral pain and the runner gender to make the most appropriated choice in the type of feedback possible in the clinical practice.

Keywords: Running Gait Recycling, Injuries, Rehabilitation, Biofeedback, Biomechanics.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>10</b>
<b>3 RESULTADOS.....</b>	<b>11</b>
Tabela 1.....	12
Tabela 2.....	13
<b>4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A corrida é um exercício popular que apesar de ser considerada uma atividade simples, envolve uma integração complexa dos movimentos entre as articulações e segmentos corporais e possui alta incidência de lesões ortopédicas (VAN GENT *et al.*, 2007; TAUNTON *et al.*, 2002). Estima-se que aproximadamente 56% dos corredores recreacionais e mais de 90% dos corredores que se preparam para maratonas irão desenvolver alguma lesão relacionada à corrida a cada ano (VAN GENT *et al.*, 2007). Dessa forma, considerando a popularidade da corrida e a alta prevalência de lesões em corredores, torna-se necessário avaliar a eficácia de medidas de prevenção e tratamento específicas para essa população.

A articulação do joelho é a região mais comumente lesionada na prática da corrida (VAN GENT *et al.*, 2007), sendo a síndrome patelofemoral apontada como a lesão mais frequente (TAUNTON *et al.*, 2002). As causas dessa síndrome são multifatoriais (LENHART *et al.*, 2014), tendo como possíveis fatores causais as anormalidades nos padrões cinemáticos em membros inferiores, como valgo de joelho e pronação da subtalar (TAUNTON *et al.*, 2002), fraqueza dos músculos do quadril (SOUZA *et al.*, 2009; FUKUDA *et al.*, 2010), mal posicionamento patelar e cargas compressivas sobre a cartilagem patelofemoral (JUHN *et al.*, 1999; FARROKHI *et al.*, 2011). MERCER *et al.* (2013) afirmam que a taxa e a magnitude das forças de impacto com o solo durante a fase de contato dos membros inferiores está diretamente associada às lesões no joelho e, durante a corrida há uma estimativa de que essas forças possam atingir de 4,5 a 7,6 vezes o peso corporal (CHEN *et al.*, 2010; FLYNN *et al.*, 1995). Assim, encontrar um método que reduza o impacto sobre a articulação patelofemoral durante a corrida pode reduzir a intensidade de dor no joelho e melhorar a função de corredores com síndrome

patelofemoral.

O retreinamento da corrida é uma estratégia de reeducação neuromuscular por meio de *feedback* visual, auditivo e/ou verbal em tempo real capaz de promover alterações biomecânicas durante a tarefa funcional da corrida (AGRESTA *et al.*, 2015). O *feedback* visual a partir da visualização do gestual da corrida em monitor (NOERHEN *et al.*, 2011) ou em espelhos (WILLY *et al.*, 2012) é frequentemente utilizado como abordagem para correção do padrão biomecânico do corredor, objetivando a redução da sobrecarga na articulação patelofemoral e, conseqüentemente, redução da intensidade da dor no joelho. Além disso, *feedback* auditivo por meio de metrônomo (HEIDERSCHEIT *et al.*, 2011; CHUMANOV *et al.*, 2012; LENHART *et al.*, 2014) ou até *feedback* verbal do terapeuta (CHEUNG AND DAVIS, 2011; NOEHREN *et al.*, 2011; ESCULIER *et al.*, 2016) também são frequentemente utilizados com o mesmo objetivo. Estudos prévios demonstraram que o retreinamento da biomecânica da corrida é capaz de modificar alguns parâmetros cinemáticos, como a adução do quadril (WILLY *et al.*, 2012; NOEHREN *et al.*, 2011), o comprimento do passo (WILLSON *et al.*, 2014), o padrão de contato inicial – retropé, mediopé/antepé (KULMALA *et al.*, 2013), além de padrões cinéticos, como a força de reação do solo (CHEUNG AND DAVIS, 2011). Há uma variedade de tipos de *feedback* disponíveis e de modificações biomecânicas descritas na literatura. Portanto, é essencial o conhecimento das repercussões e efetividades dos tipos de *feedback* para a tomada de decisão clínica acerca do retreinamento ideal da corrida.

Muitas pesquisas sobre o retreinamento da corrida têm sido direcionadas aos efeitos da manipulação da frequência dos passos sobre a mecânica da corrida (HEIDERSCHEIT *et al.*, 2011; HOBARA *et al.*, 2012; LENHART *et al.*, 2014). Nesse



sentido há evidências consistentes de que o aumento da cadência utilizando *feedback* auditivo tem repercussões em variáveis cinéticas e cinemáticas durante a corrida, como a diminuição do comprimento do passo, da excursão vertical do centro de massa, da força de reação do solo e da energia absorvida pelas articulações do quadril, joelho e tornozelo (AGRESTA *et al.*, 2015). Entretanto, alguns estudos envolvendo corredores com dor patelofemoral foram direcionados para a modificação do contato inicial do retopé para o mediopé/antepé (CHEUNG AND DAVIS, 2011; KULMALA *et al.*, 2013) e da redução do comprimento do passo (WILLSON *et al.*, 2014), os quais demonstraram redução do impacto sobre o joelho a partir dessa modificação. Na análise da efetividade de uma intervenção é necessário considerar parâmetros como dor e função por meio de protocolos em estudos experimentais. Apesar dos resultados promissores deste tipo de abordagem (HEIDERSCHEIT, 2011), não há consenso sobre o melhor protocolo de retreinamento, dos métodos de mensuração da efetividade sobre a dor e função, tampouco qual o tipo de *feedback* (auditivo, visual e/ou verbal) ideal para a manipulação de certas variáveis cinéticas e cinemáticas relacionadas à síndrome patelofemoral em corredores.

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão da literatura investigando os efeitos do retreinamento da corrida baseado em *feedback* visual, auditivo e verbal sobre a dor, função e biomecânica dos membros inferiores em corredores com síndrome patelofemoral.

## 2 METODOLOGIA

Foram realizadas consultas aos bancos de dados Medline, Scielo, Lilacs, PEDro e Cochrane no período de março a setembro de 2016. Para a busca dos artigos foram utilizadas as palavras chaves: *Running Gait Retraining*, combinadas com as palavras: *Injury; Rehabilitation, Biofeedback; Biomechanics*.

Foram selecionados estudos experimentais e observacionais, com amostras de indivíduos corredores, sem limitação de data de publicação nas buscas realizadas. Os artigos considerados relevantes pelo autor foram incluídos na revisão e, além disso, as listas de referências bibliográficas dos artigos selecionados foram examinadas para obtenção de trabalhos adicionais. Para a análise do grau de efetividade da intervenção via treinamento da corrida foi observado parâmetros teste-reteste de dor e função, encontrados em questionários e testes funcionais.

Os critérios de inclusão dos estudos foram: (1) ter avaliado os efeitos do retreinamento durante a corrida de indivíduos com síndrome patelofemoral; (2) ter reportado resultados em cinemática e cinética dos membros inferiores; (3) ter observado no teste-reteste mensurações sobre intensidade da dor no joelho ou nível funcional. Os critérios de exclusão dos estudos foram: (1) amostra composta por crianças ou menores de 18 anos de idade; (2) participantes com membros protéticos, incapacidades congênitas ou neurológicas.

### 3 RESULTADOS

A busca resultou em um total de 47 artigos, ao serem combinadas as palavras-chaves *Running Gait Retraining* com as palavras: *Injury* (20 artigos); *Rehabilitation* (13 artigos); *Biofeedback* (cinco artigos); *Biomechanics* (nove artigos). Após a leitura dos títulos e dos resumos foram excluídos 37 artigos, baseados nos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos na metodologia. Foram selecionados, portanto, dez artigos. Deste total, quatro estudos investigaram os efeitos de protocolos específicos de retreinamento da corrida sobre a mecânica dos membros inferiores, intensidade de dor no joelho e função de corredores (vide tabela 1). Os demais seis estudos selecionados abordaram os efeitos do retreinamento em corredores saudáveis ou com síndrome patelofemoral, entretanto, sem a elaboração de protocolos específicos de intervenção ou análise da efetividade sobre dor ou função. O enfoque principal nestes estudos foram as análises dos diferentes tipos de *feedback* aplicados e os respectivos efeitos biomecânicos sobre a cinética e cinemática. (vide tabela 2).

TABELA 1 Estudos experimentais envolvendo retraining da corrida em corredores com SPTF:

Estudo	Participantes Características	Protocolo	Parâmetro a ser modificado	Mensurações de dor e função	Resultados
Cheung and Davis (2011)	3 mulheres corredoras com SPTF Idade: 26-32 anos 10-30km sem	8 sessões em 2 sem (4x sem), com ↓ do <i>feedback</i> e ↑ da corrida de 15 para 30min na 2ª semana. <i>Feedback</i> Auditivo: sensor no retro pé da palmilha. <i>Feedback</i> verbal: "diminuir o comprimento passo e evitar contato com calcanhar".	Padrão do contato inicial Força de reação do solo	EVA Questionários Kujala Scale e PFP Scale	Contato inicial passou a ser no antepé ↓ taxas de impactos vertical. ↓ dos sintomas e nos questionários funcionais. Ganhos mantidos em follow-up de 3 meses
Noehren (2011)	10 mulheres corredoras com SPTF EVA até 4/10 Idade: 23.3±5.8 anos 6 milhas sem	8 sessões em 2 sem (4x sem), com ↓ do <i>feedback</i> e ↑ da corrida de 15 para 30min na 2ª semana. <i>Feedback</i> visual por vídeo 3D e gráficos: cinemática do quadril de adução e rotação interna, queda pélvica contralateral <i>Feedback</i> verbal: "contrair os glúteos na corrida", "manter joelhos afastados e apontando para frente", "pelve alinhada"	Pico de adução e rotação interna do quadril, queda pélvica, queda Forças verticais de reação do solo *Não houve alteração da cadência	EVA Questionário Lower Extremity Functional Index (LEFI) Testes de análise do agachamento unipodal	↓ pico de adução do quadril e queda pélvica Não foi observada diferença na rotação interna de quadril ↓ forças verticais de reação do solo. ↓ dor em 86%, melhora funcional pelo LEFI com aumento de 11 pontos. Ganhos mantidos em follow-up de 1 mês e ausência de dor
Willy (2012)	10 mulheres corredoras com SPTF e mecânica anormal do quadril EVA até 3/10 Idade: 22.4±5.0 anos 10km sem	8 sessões em 2 sem (4x sem), com ↓ do <i>feedback</i> e ↑ da corrida de 15 para 30min na 2ª semana. <i>Feedback</i> visual por uso de espelho no plano frontal: cinemática do quadril de adução e queda pélvica contralateral <i>Feedback</i> verbal: "contrair os glúteos na corrida", "manter joelhos afastados e apontando para frente", "pelve alinhada"	Pico de adução e queda pélvica contralateral. * Não houve alteração da cadência	EVA Questionário Lower Extremity Functional Scale (LEFS) Testes de análise do agachamento unipodal e da descida do degrau	↓ do pico de adução, queda pélvica durante a corrida, inclusive no reteste para o agachamento unipodal e descida do degrau Ganhos mantidos em follow-up de 1 e 3 meses e ausência de dor *não houve modificação no <i>pace</i> de corrida, no padrão de contato inicial do pé e na cadência
Esculier (2016)	21 corredores (não específica o gênero) com SPTF EVA até 3/10 Idade: 34.1±6.0 anos	5 sessões em 8 sem Fortalecimento MMII/CORE; exercícios de controle motor. <i>Feedback</i> auditivo de ↑ cadência e verbal: "↓ o barulho do pé iniciado pelo antepé." Educação sobre o volume dos treinos: maior frequência dos dias de corrida, menor distância e velocidade; evitar superfícies inclinadas. *não havia <i>feedback</i> sobre o alinhamento dos MMII	Forças de reação do solo durante a corrida e força isométrica dos MMII	EVA Força isométrica e grau de impacto do solo. Questionário Knee Outcome Survey (KOS-ADLS)	↓ da força de reação do solo Não houve modificação na força muscular isométrica Melhora na KOS-ADSL e ↓ da dor

Legenda: SPTF= síndrome patelofemoral; sem= semana; EVA= escala visual analógica; MMII= membros inferiores; min=minutos; ↓=redução; ↑=aumento

TABELA 2 Estudos envolvendo retraining da corrida em corredores saudáveis e com SPTF, sem protocolos terapêuticos ou análise da efetividade sobre dor ou função:

Estudo	Participantes	Objetivo	Método	Resultados
Arendse (2004)	20 corredores saudáveis que iniciavam contato pelo retropé receberam instruções de RTNM pelo método de corrida Pose	Comparar mudanças mecânicas durante contato retropé, antepé e no método Pose	<i>Feedback</i> verbal para ajustes mecânicos e posturais da corrida: ombro, quadril e tornozelo alinhados verticalmente; início pelo antepé; tronco fletido; joelho em semiflexão durante a fase de apoio	Método de corrida Pose teve ↓ comprimento do passo, ↓ deslocamento vertical, tornozelo em posição neutra, ↓ trabalho excêntrico do quadríceps e ↓ impacto sobre o joelho quando comparados ao padrão de retropé e antepé
Lenhart (2014)	30 corredores saudáveis sob condições de cadência a 90%, 100% e 110% da preferida	O aumento da cadência sobre as forças de impacto patelofemorais	<i>Feedback</i> auditivo: uso do metrônomo Análise por modelo 3D musculoesquelético dos MMII	O ↑ da cadência em 10% reduziu o impacto PTF em 14% ↓ no pico de força muscular de extensores de quadril, joelho e tornozelo, e de abdutores de quadril na fase de apoio em cadência aumentada ↑ do pico de força de reto femoral e isquiossurais na fase de balanço em cadência aumentada
Heiderscheit (2011) ACSM	45 corredores saudáveis em velocidade constante sob condições de cadência +5% e +10%	Efeitos da manipulação da cadência sobre a mecânica das articulações durante a corrida	<i>Feedback</i> auditivo: uso do metrônomo	↓ energia absorvida pelo joelho a +5% e pelo quadril a +10%. O ↑ da cadência levou a ↓ comprimento de passo, excursão vertical do centro de massa, queda do impulso e pico do ângulo de flexão do joelho Na cadência a +10% houve menor pico de adução e rotação do quadril
Chumanov (2012)	45 corredores saudáveis em velocidade constante sob cadência -5% e +10% da preferida	Efeitos da manipulação da cadência sobre a ativação muscular dos MMII durante a corrida	<i>Feedback</i> auditivo: uso do metrônomo Eletromiografia	O ↑ da cadência levou a um ↑ da contração na fase de balanço de quadríceps e glúteo médio e máximo, com um ↑ <i>timing</i> de contração antecipatório ao contato inicial
Willson (2014)	10 mulheres corredoras com SPTF e 13 corredores saudáveis em velocidade constante sob -10% e +10% comprimento passo de preferência	Efeito da modificação do comprimento do passo	<i>Feedback</i> verbal solicitados a correr com -10% e +10% do comprimento de passo de preferência	O ↑ do comprimento passo em +10% leva a maior impacto PTF em 31%. Apesar do ↑ número de passos por distância percorrida com a ↓ do comprimento do passo, o estresse PTF continua sendo menor
Kulmala (2013)	19 mulheres corredoras saudáveis Grupos divididos em: CI pelo antepé e retropé	A diferença dos impactos articulares entre contato inicial do antepé e retropé	Análise 3D plano frontal e sagital Mensuração dos momento angulares e força de impacto PTF * não foi usado RTNM	↓ impacto PTF e momento interno abductor, e ↑ momento interno flexor plantar nos corredores que iniciam contato com antepé

Legenda: SPTF= síndrome patelofemoral; PTF= patelofemoral; sem= semana; MMII= membros inferiores; min=minutos; ↓=redução; ↑=aumento; RTNM=retraining

Dos quatro estudos da tabela 1 nenhum apresentou grupo controle. Três deles foram constituídos de participantes do gênero feminino e utilizaram um tipo de protocolo parecido em termos de tempo, com oito sessões ao longo de duas semanas (quatro vezes semanais), com redução do *feedback* na segunda semana e aumento gradual na duração da corrida. O estudo de Esculier *et al.* (2016) não especificou o gênero dos participantes e propôs um protocolo de cinco sessões ao longo de oito semanas. Apesar de apresentarem a mesma duração, os estudos diferiram nos tipos de *feedback* empregados. Cheung and Davis (2011) utilizaram *feedback* auditivo (sensor de pressão no retropé que emitia sons) com o objetivo de modificar o padrão de contato inicial de retropé para antepé. Os estudos de Noehren *et al.* (2011) e de Willy *et al.* (2012) tiveram como objetivo a mudança da cinemática do quadril e da pelve no plano frontal e optaram pelo *feedback* visual, embora por meio de recursos diferentes, sendo o primeiro via visualização simultânea da corrida em um monitor, e o segundo via visualização por espelho posicionado no plano frontal. Por sua vez, Esculier *et al.* (2016) utilizou um protocolo multimodal, o qual consistiu de uma combinação de fortalecimento de MMII/CORE, exercícios de controle motor, como exercícios de equilíbrio e agachamentos unipodais mantendo o alinhamento apropriado dos MMII, *feedback* auditivo de aumento da cadência e orientação sobre adequação dos volumes de treinos, com maior frequência nos dias ao longo da semana e menos intensidade e velocidade em cada dia de treinamento.

A mensuração da intensidade da dor foi feita por meio da Escala Visual Analógica (EVA) nos quatro estudos. Entretanto, foram utilizados diferentes métodos para mensurar o nível funcional. Os questionários usados foram *Kujala Scale* e *Patello-Femoral Pain Scale* (PFP) (CHEUNG AND DAVIS, 2011); *Lower Extremity Functional Index* (LEFI) e teste de agachamento unipodal (NOEHRN *et al.*, 2011);

*Lower Extremity Function Scale* (LEFS), teste de agachamento unipodal e descida do degrau (WILLY *et al.*, 2012); e *Knee Outcome Survey* (KOS-ADLS) e teste de força isométrica dos membros inferiores (ESCULIER *et al.*, 2016). Nenhum dos estudos utilizou uma amostra de grupo controle.

Apesar da diferença nos protocolos entre os estudos, todos demonstraram a efetividade do retreinamento baseado em *feedback* na redução do componente vertical das forças de reação do solo, na redução da intensidade da dor no joelho e na melhora da função dos corredores, que estão relacionados aos parâmetros modificados como o padrão de contato inicial passando a ser no antepé (CHEUNG AND DAVIS, 2011), pela redução do pico de adução do quadril e queda pélvica treinado via *feedback* visual pelo monitor (NOEHREN *et al.*, 2011), pelo uso de espelho em frente ao corredor (WILLY *et al.*, 2012) ou pela relação de três tipos de intervenção associadas: *feedback* auditivo por meio de metrônomo, educação sobre o volume de treinos e/ou fortalecimento de MMII/CORE e exercícios de controle motor (ESCULIER *et al.*, 2016).

Dos seis estudos da tabela 2, três utilizaram *feedback* auditivo por meio do uso do metrônomo em favor do aumento da cadência, com resultados favoráveis na redução do impacto patelofemoral (LENHART *et al.*, 2014; HEIDERSCHEIT *et al.*, 2011), no aumento do nível de contração muscular do glúteo médio e máximo na fase de balanço com um *timing* antecipatório para a fase de contato (CHUMANOV *et al.*, 2012), na redução do pico de força muscular para extensores de quadril, joelho e tornozelo na fase de apoio (LENHART *et al.*, 2014) e no menor comprimento do passo, excursão vertical do centro de massa, pico de adução e rotação interna do quadril (HEIDERSCHEIT *et al.*, 2011). Outros estudos abordaram o *feedback* verbal com instruções de ajustes mecânicos e posturais e encontraram resultados

favoráveis em relação a menor impacto patelofemoral, devido à redução do comprimento do passo em -10%, o que conseqüentemente envolve maior cadência (WILLSON *et al.*, 2014) e por meio de um retreinamento da corrida denominado método Pose, na qual as instruções verbais se baseiam em: ombro, quadril e tornozelo mantidos alinhados verticalmente, contato inicial pelo antepé, tronco levemente fletido e joelho em semiflexão durante a fase de apoio (ARENDSE *et al.*, 2004), que mostrou como resultados menor comprimento do passo, menor deslocamento vertical, tornozelo em posição neutra, menor trabalho excêntrico do quadríceps e menos impacto sobre o joelho.



## 4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A patomecânica das lesões por *overuse* envolve efeitos repetitivos cumulativos sobre as estruturas musculoesqueléticas. A corrida possui magnitudes de forças de impacto da reação do solo relativamente maiores sobre os membros inferiores durante a fase de contato quando comparadas à marcha (FLYNN *et al.*, 1995; CHEN *et al.*, 2010). Sabe-se que a etiologia da síndrome patelofemoral é multifatorial e as abordagens terapêuticas podem seguir de várias formas, como o fortalecimento de quadríceps (NG *et al.*, 2008), *taping* de reposicionamento patelar (NG *et al.*, 2009), fortalecimento do complexo póstero-lateral dos músculos do quadril (POWERS *et al.*, 2009; FUKUDA *et al.*, 2010) e correção do alinhamento do pé (CHEUNG *et al.*, 2006). Entretanto, nenhuma dessas intervenções está direcionada de maneira direta às variáveis biomecânicas específicas da corrida que contribuem para o desenvolvimento de síndrome patelofemoral. Para que isso se torne possível, é necessário identificar o fator primário no padrão biomecânico de corrida que contribui para os sintomas e, assim, personalizar o treinamento de modo a minimizar os efeitos de impacto (HEIDERSCHEIT, 2011). Uma vez detectadas as variáveis biomecânicas alteradas, é preciso optar pelo tipo de *feedback* mais adequado, tendo em vista a possibilidade de implementação clínica. Portanto, este trabalho de revisão da literatura investigou quais os tipos de *feedback* (visual, auditivo e/ou verbal) nos programas de retreinamento da corrida são capazes de promover modificações sobre as variáveis cinéticas, cinemáticas, na dor e função de corredores com síndrome patelofemoral.

Foram encontrados dois protocolos de intervenção terapêutica em retreinamento da via *feedback* auditivo em corredores com síndrome patelofemoral. Cheung and Davis (2011), por sua vez, investigaram os efeitos da mudança do padrão de

aterrissagem do pé no contato inicial (de retropé para antepé) e da redução do comprimento do passo, em um protocolo de oito sessões em duas semanas (quatro sessões semanais). O início do contato inicial pelo antepé e a redução do comprimento do passo resultam em diminuição do impacto sobre o joelho, que corrobora o estudo de Kulmala *et al.* (2013) e o de Willson *et al.* (2014). Apesar do protocolo de Cheung and Davis (2011) ter usado *feedback* auditivo por meio do sensor de pressão no retropé da palmilha, a mudança do padrão do contato inicial e do comprimento do passo podem ser abordadas simplesmente por meio do *feedback* verbal com instruções como: “eliminar o barulho reduzindo o comprimento do passo” e “evitar o impacto com o calcanhar”, que foram pontos abordados nas instruções verbais pelo método Pose (ARENDESE *et al.*, 2004). Um ponto levantado por Willson *et al.* (2014) é que a manutenção do comprimento de passo reduzido durante a corrida necessita de um número maior de passos para percorrer uma mesma distância e, ainda assim, o estresse patelofemoral se mostrou 7,5% menor nos participantes que mantiveram o comprimento do passo reduzido quando comparado ao de preferência.

Sabe-se que a redução do comprimento do passo tem uma relação direta com o aumento da frequência de passos (cadência) (AGRESTA *et al.*, 2015) e, o uso do metrônomo é um tipo de *feedback* auditivo amplamente utilizado capaz de modificar a cadência, de maneira quantitativa, ao sincronizar cada passo aos sons emitidos. O estudo de Esculier *et al.* (2016) utilizaram o aumento da cadência, porém associado a outras intervenções como o fortalecimento de MMII/CORE e exercícios de controle motor por oito semanas. Entretanto, não foram encontrados protocolos terapêuticos definidos para corredores com síndrome patelofemoral que utilizaram apenas o *feedback* auditivo pelo uso do metrônomo. De toda maneira, é possível inferir os

benefícios do aumento da cadência utilizando o metrônomo em corredores com síndrome patelofemoral devido aos efeitos de redução dos impactos patelofemorais (HEIDERSCHEIT *et al.*, 2011; LENHART *et al.*, 2014), menor comprimento do passo, da excursão vertical do centro de massa, do pico de adução e rotação interna do quadril e de flexão do joelho (HEIDERSCHEIT *et al.*, 2011), redução do pico de força muscular de extensores de quadril, joelho, tornozelo e de abdutores de quadril na fase de contato (LENHART *et al.*, 2014; CHUMANOV *et al.*, 2012) e do aumento no *timing* antecipatório de contração muscular à fase de contato inicial pelo quadríceps, glúteo médio e máximo (CHUMANOV *et al.*, 2012). Em todos os estudos que envolveram manipulação da cadência, a velocidade foi auto-selecionada e constante. A principal diferença foi que Heiderscheit *et al.* (2011) e Chumanov *et al.* (2012) avaliaram os efeitos em três diferentes cadências (a % de preferência do corredor, +5% e +10 – média: 172±8.8 passos/minuto à velocidade de 2,9 m/s ± 0,5, enquanto Lenhart *et al.* (2014) avaliaram a 90%, 100% e 110% à de preferência de cada corredor – média: 174±9 passos/minuto à velocidade de 2,81 m/s ± 0,38).

Segundo Heiderscheit *et al.* (2011) a articulação do joelho é mais sensível às modificações de cadência do que a do quadril, sendo que um aumento de 5% pode efetivamente reduzir as forças de impacto transmitidas ao joelho e melhorar o padrão biomecânico durante a corrida, como menor tendência ao contato inicial pelo retropé, redução do comprimento do passo e do deslocamento vertical do centro de massa e menor força de reação do solo. Além disso, foi observado com o aumento da cadência um menor ângulo de flexão do joelho. Esta tendência da postura adotada pelo membro inferior em maior extensão parece ter relação com as modificações no requerimento de forças musculares. Lenhart *et al.* (2014) observaram redução no pico de força muscular de extensores de quadril, joelho,

tornozelo, e em abdutores de quadril, como o glúteo médio, no apoio médio. Este achado sobre o quadril pode ser relacionado aos dados de Heidescheit *et al.* (2011) em que o aumento de 10% na cadência influenciou na cinemática do quadril, com a redução do pico de adução e rotação interna do quadril. Chumanov *et al.* (2012) demonstraram ainda um aumento no *timing* de ativação glúteo médio e máximo em antecipação à fase de contato inicial em cadências +5% e +10%. Esta pré-ativação durante a fase de balanço em cadências aumentadas parece preparar o membro inferior para as forças de reação de impacto do solo e também regula a rigidez (*stiffness*) da perna. Em corredores com síndrome patelofemoral em que haja uma condição muscular desfavorável de quadríceps, glúteo máximo e médio o aumento da cadência pode servir como estratégia capaz de reduzir a demanda exigida pela contração deles. Portanto, para a redução do comprimento do passo e a tendência ao contato inicial pelo antepé, além do *feedback* verbal é possível aumentar a cadência entre 5 a 10% por meio do metrônomo. Em casos de padrões de disfunção do movimento no quadril, como adução e rotação interna do quadril, o aumento de 10% na cadência parecer ser a melhor opção de *feedback* auditivo, que pode ser associada ao *feedback* visual e verbal, como: “contraia seus glúteos”, “mantenha seus joelhos afastados um do outro e apontando para frente” e “mantenha a pelve alinhada” (NOEHREN *et al.*, 2011; WILLY *et al.*, 2012).

Em termos de *feedback* visual, foram encontrados dois protocolos terapêuticos, com o uso de monitor com análise 3D e gráficos representando a força de reação do solo (NOEHREN *et al.*, 2011) e com o uso de espelho posicionado em frente (WILLY *et al.*, 2012), objetivando a modificação na mecânica do quadril no plano frontal, sem nenhuma modificação da cadência. Durante as sessões os participantes não corriam de forma assintomática, sendo o nível máximo permitido de 4/10 pela Escala Visual

Analógica (EVA). Mesmo usando recursos visuais diferentes, ambos os estudos demonstraram redução efetiva da adução do quadril e da queda pélvica contralateral após oito sessões distribuídas em duas semanas, com a melhora da dor e na função de corredores com síndrome patelofemoral. Vale ressaltar que os estudos foram abertos para o público masculino e feminino, porém somente as mulheres apresentaram critérios de inclusão estabelecidos de adução e queda pélvica contralateral definidos por análise computadorizada. Outros estudos reforçam estes achados mais comumente no público feminino (DIERKS *et al.*, 2008; WILLY *et al.*, 2012).

Mesmo na ausência de um programa de fortalecimentos musculares, o *feedback* visual e verbal adotados durante a corrida contribuíram para a melhora nos testes de agachamento unipodal e descida do degrau. O *feedback* visual parece ter um efeito sobre o aprendizado motor da corrida e simetria entre os membros inferiores, o que justifica os resultados encontrados. A compreensão sobre o padrão de movimento inadequado que deve ser evitado e que pode predispor a lesões, juntamente ao treinamento sucessivo em uma esteira, pode significativamente melhorar o padrão de movimento e manter este aprendizado mesmo após meses de ausência do retreinamento. No follow-up após um mês, todos os sujeitos reportaram 0/10 de dor na EVA durante uma corrida de 30 minutos, e melhora nos escores LEFS e LEFI. Portanto, há efetividade do *feedback* visual e verbal como conduta terapêutica em corredores que apresentem queda pélvica contralateral e adução do quadril, especialmente do gênero feminino.

O *feedback* verbal esteve presente em todos os protocolos terapêuticos de retreinamento da corrida, sempre associado ao visual ou ao auditivo. No entanto, não foi observado nenhum que utilizou exclusivamente o *feedback* verbal em

corredores com síndrome patelofemoral. Apesar disto, destaca-se a proposta do método Pose Running do estudo de Arendse *et al.* (2004) que envolve instruções verbais de ajustes posturais e mecânicos em corredores saudáveis. Em sessões diárias com duração de 1,5h por cinco dias consecutivos objetivou manter a postura do tronco levemente em flexão, alinhamento vertical entre ombro, quadril e tornozelo, início do contato inicial pelo antepé/mediopé e a permanência da flexão de joelho durante a fase de apoio. Segundo o autor, esta posição se assemelha à corrida para trás (recuando), e que possui menor pico de força de reação do solo. Como resultados houve a redução do comprimento do passo, deslocamento vertical do corpo e menor trabalho excêntrico de quadríceps e maior de tríceps sural, quando comparados ao padrão de corrida por retropé ou antepé. Estudos recentes encontraram resultados semelhantes ao do método *Pose Running*, sugerindo a aterrissagem do pé próximo do centro de massa, com uma inclinação levemente à frente do tronco e mais flexão do joelho no contato inicial contribuindo para a redução das forças de impacto no joelho (HEIDERSCHEIDT *et al.*, 2011; HOBARA *et al.*, 2012).

Um ponto de destaque dos protocolos de retreinamento comparado às intervenções terapêuticas tradicionais, como programas de fortalecimentos, foi a necessidade de poucas sessões em um curto período de tempo. Sabe-se que o glúteo médio e máximo são estabilizadores primários do quadril no plano frontal e transversal e, a fraqueza parece ter uma relação com o surgimento da síndrome patelofemoral (POWERS *et al.*, 2009; FUKUDA *et al.*, 2010). Entretanto, a capacidade de o fortalecimento mudar a biomecânica dos membros inferiores durante a corrida não foi provada. Além disso, estudos com follow-up mais longos (cinco anos) reportam que após um programa de fortalecimento, os sujeitos

continuavam limitados em suas atividades físicas, incluindo corrida (BLOND *et al.*, 1998).

Um ponto ainda controverso na literatura sobre o retreinamento com o aumento da cadência é a maior percepção de esforço e maior demanda metabólica. Heiderscheit *et al.* (2011) relataram aumento da percepção de esforço da corrida em cadências aumentadas em +10% à de preferência. Esta condição pode estar relacionada ao aumento do foco de atenção à mudança de padrão biomecânico habitual (CORBETT *et al.*, 2009) ao invés da resposta metabólica aumentada (KILPATRICK *et al.*, 2009), não apresentando aumento do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca (HAMILL *et al.*, 1995). Além disso, é preciso considerar um risco maior de recidiva em casos de tendinopatias de Aquilles e lesão muscular recente de tríceps surais, uma vez que a prioridade for o contato inicial pelo antepé, dado o aumento do momento interno flexor plantar do tornozelo (KULMALA *et al.*, 2013) e de retofemoral e isquiossurais, dado o aumento do pico de força destes no início e no final das fases de balanço (LENHART *et al.*, 2014).

Destaca-se a facilidade de implementação clínica do retreinamento da corrida. O uso do metrônomo parece ser o instrumento de *feedback* auditivo de mais fácil acesso, que pode ser usado em *smartphones*. A cadência parece sofrer influência do tipo de música escutada pelo corredor. No estudo de Van Dyck *et al.* (2015) foram selecionadas músicas de vários tempos (bpm) e foi revelado que aquelas de maior frequência influenciaram no aumento da cadência em corredores recreacionais, com maior impacto no gênero feminino do que no masculino. Assim, uma seleção de músicas de tempos mais acelerados pode ser uma opção. O uso do espelho parece ser o método de *feedback* visual de menor custo, fácil acesso e boa efetividade comparado ao monitor. Um obstáculo poderia ser o painel de controle da

esteira impedindo a visualização do alinhamento da pelve. Ressalta-se, sobretudo, a importância da presença do profissional apontando por meio de *feedback* verbal as correções de movimento necessárias diante da análise dinâmica da corrida.

O retreinamento da corrida pode ser usado como intervenção em outros tipos de lesões relacionadas à corrida. Um mínimo na redução de impacto pode representar um fator de proteção e benefícios na fascíte plantar (POHL *et al.*, 2009), fraturas por estresse tibial (MILNER *et al.*, 2006), síndrome da banda iliotibial (NOEHREN *et al.*, 2007) durante a corrida. O *feedback* verbal de contato inicial pelo antepé parece ter relação com menor momento interno abductor do joelho no plano frontal (KULMALA *et al.*, 2013), o que pode ter repercussões positivas em lesões por impacto no compartimento medial tibial, como osteoartroses do joelho (MÜNDERMANN *et al.*, 2005). Em casos de síndrome do estresse tibial (HOBARA *et al.*, 2012) e síndrome da banda iliotibial (ALLEN *et al.*, 2014) tiveram resultados favoráveis com o *feedback* auditivo com o aumento da cadência, combinados a outros *feedback* e/ou intervenções terapêuticas.

Uma limitação metodológica em comum em todos os estudos foram as coletas realizadas apenas em esteira. Apesar da esteira permitir o controle de variáveis como velocidade, *pace*, inclinação e até 30% de redução da força de reação do solo (CROWELL AND DAVIS, 2011), pode não refletir a especificidade da corrida de rua. Além disso, a maioria dos estudos avaliou os efeitos da cadência aumentada em curto período de tempo, com coletas de 15 segundos em cada cadência, não ultrapassando 5 minutos de corrida total (HEIDERSCHEIT *et al.*, 2011; CHUMANOV *et al.*, 2012; LENHART *et al.*, 2014), o que não reflete as exigências das corridas de longa distância. Nenhum dos estudos apresentou amostra de grupo controle, o que impede a comparação com outros tipos de intervenções, e não houve consenso



sobre os questionários funcionais, impossibilitando a comparação da efetividade da função baseado nos protocolos aplicados. Para futuros estudos sugere-se grupo controle, aplicação de questionário já utilizado em estudos anteriores, *follow-up* acima de três meses, coletas fora da esteira ou em superfícies inclinadas. A combinação do metrônomo com um relógio ou GPS para monitorar o *pace* da corrida poderia ser implementado (LENHART *et al.*, 2014).

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados desta revisão de literatura demonstram que a intervenção pelo retreinamento da corrida tem um efeito favorável sobre o nível de dor e função de corredores com síndrome patelofemoral. Nenhum modo de *feedback* foi claramente definido sendo superior a outro, porém, certos tipos são apontados como mais apropriados para certos padrões mecânicos alterados ou indivíduos. É possível afirmar que em mulheres corredoras com síndrome patelofemoral que apresentem o padrão biomecânico de adução do quadril e queda pélvica contralateral a estratégia mais indicada é a associação do *feedback* verbal com o visual do plano frontal (espelho ou monitor) em oito sessões distribuídas em duas semanas (quatro vezes semanais). Para a redução da força de reação do solo a estratégia mais indicada é o *feedback* auditivo por meio de metrônomo, com aumento da cadência entre 5 a 10% baseada na de preferência do corredor, sob uma mesma velocidade, associado ao *feedback* verbal para redução do comprimento do passo e início do contato inicial do pé com antepé. Neste caso não é possível estabelecer um número de sessões necessárias para a efetividade em dor e função.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VAN GENT, R. N. *et al.* Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. **Br J Sports Med.** v. 41, p. 469-480, 2007.

TAUNTON, J. E. *et al.* A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. **Br J Sports Med.** v. 36, p. 95-101, 2002.

LENHART, R. L. *et al.* Increasing running step rate reduces patellofemoral joint forces. **Med Sci Sports Exerc.** v. 46, p. 557–64, 2014.

MERCER, J. A. *et al.* Individual effects of stride length and frequency on shock attenuation during running. **Med Sci Sports Exerc.** v. 35, p. 307-313, 2003.

JUHN, M. Patellofemoral pain syndrome: a review and guidelines for treatment. **Am Fam Physician.** v. 60(7), p. 2012–2018, 1999.

FARROKHI, S.; KEYAK, J. H.; POWERS, C. M. Individuals with patellofemoral pain exhibit greater patellofemoral joint stress: a finite element analysis study. **Osteoarthritis Cartilage.** v. 19(3), p. 287–294, 2011.

SOUZA, R. B.; POWERS, C. M. Predictors of hip internal rotation during running: an evaluation of hip strength and femoral structure in women with and without patellofemoral pain. **Am J Sports Med.** v. 37, p. 579-587, 2009.

FUKUDA, T. Y. *et al.* Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial. **J Orthop Sports Phys Ther.** v. 40, p. 736-742, 2010.

FLYNN, T.; SOUTAS-LITTLE, R. Patellofemoral joint compressive forces in forward and backward running. **J Orthop Sports Phys Ther.** v. 21(5), p. 277–282, 1995.

CHEN, Y. J.; SCHER, I.; POWERS, C. M. Quantification of patellofemoral joint reaction forces during functional activities using a subjectspecific three-dimensional model. **J Appl Biomech.** v. 26(4), p. 415–423, 2010.

AGRESTA, C.; BROWN, A. Gait Retraining for Injured and Healthy Runners Using Augmented Feedback: A Systematic Literature Review. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.** v. 45(8), p. 576-584, 2015.

NOEHREN, B.; SCHOLZ, J.; DAVIS, I. The effect of real-time gait retraining on hip kinematics, pain and function in subjects with patellofemoral pain syndrome. **Br J Sports Med.** v. 45(9), p. 691–696, 2011.

WILLY, R. W.; SCHOLZ, J. P.; DAVIS, I. S. Mirror gait retraining for the treatment of patellofemoral pain in female runners. **Clin Biomech.** v. 27, p. 1045-1051, 2012.

HEIDERSCHEIT, B. *et al.* Effects of step rate manipulation on joint mechanics during running. **Med Sci Sports Exerc.** v. 42(2), p. 296-302, 2011.

CHUMANOV, E. S. *et al.* Changes in muscle activation patterns when step rate is increased. **Gait Posture**. v. 36, p. 231-235, 2012.

ESCULIER, J. F.; BOUYER, L. J.; ROY, J. S. The Effects of a Multimodal Rehabilitation Program on Symptoms and Ground-Reaction Forces in Runners with Patellofemoral Pain Syndrome. **Journal of Sport Rehabilitation**. v. 25(1), p. 23-30, 2016.

WILLSON, J. D. *et al.* Effects of step length on patellofemoral joint stress in female runners with and without patellofemoral pain. **Clin Biomech**. v. 29, p. 243–247, 2014.

KULMALA, J. P. *et al.* Forefoot strikers exhibit lower running-induced knee loading than rearfoot strikers. **Med Sci Sports Exerc**. v. 45, p. 2306–2313, 2013.

HOBARA, H. *et al.* Step frequency and lower extremity loading during running. **Int J Sports Med**. v. 33, p. 310-313, 2012.

HEIDESCHEIT, B. Gait retraining for runners: In search of the ideal. **J Orthop Phys Ther**. v. 41, p. 909-910, 2011.

ARENDSE, R. E. *et al.* Reduced eccentric loading of the knee with the pose running method. **Med Sci Sports Exerc**. v. 36, p. 272–277, 2004.

NG, G. Y.; ZHANG, A. Q.; LI, C. K. Biofeedback exercise improved the EMG activity ratio of the medial and lateral vasti muscles in subjects with patellofemoral pain syndrome. **J Electromyogr Kinesiol.** v. 18, p. 128-133, 2008.

NG, G. Y.; WONG, P. Y. Patellar taping affects vastus medialis obliquus activation in subjects with patellofemoral pain before and after quadriceps muscle fatigue. **Clin Rehabil.** v. 23, p. 705-713, 2009.

POWERS, C. M. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. **J orthop Sports Phys Ther.** v. 40, p. 42-51, 2010.

CHEUNG, R. T.; NG, G. Y.; CHEN, B. F. Association of footwear with patellofemoral pain syndrome in runners. **Sports Med.** v. 36, p. 199-205, 2006.

CROWELL, H. P.; DAVIS, I. S. Gait retraining to reduce lower extremity loading in runners. **Clin Biomech** v. 26, p. 78–83, 2011.

VAN DYCK, E. *et al.* Spontaneous Entrainment of Running Cadence to Music Tempo. **Sports Med Open.** v. 2, p. 30, 2015.

CORBETT, J. *et al.* Measurement frequency influences the rating of perceived exertion during sub-maximal treadmill running. **Eur J Appl Physiol.** v. 106, p. 311–313, 2009.

KILPATRICK, M. *et al.* Heart rate and metabolic responses to moderate-intensity aerobic exercise: a comparison of graded walking and ungraded jogging at a constant perceived exertion. **J Sports Sci.** v. 27, p. 509–16, 2009.

HAMILL, J.; DERRICK, T.; HOLT, K. Shock attenuation and stride frequency during running. **Hum Mov Sci.** v. 14, p. 45–60, 1995.

NOEHREN, B.; DAVIS, I.; HAMILL, J. ASB clinical biomechanics award winner 2006 prospective study of the biomechanical factors associated with iliotibial band syndrome. **Clin Biomech.** v. 22, p. 951-956, 2007.

DIERKS, T. A. *et al.* Proximal and distal influences on hip and knee kinematics in runners with patellofemoral pain during and prolonged run. **J Orthop Sports Phys Ther.** v. 38, n. 8, p. 448–56, 2008.

WILLY, R. W. *et al.* Are mechanics different between male and female runners with patellofemoral pain? **Medicine and science in sports and exercise.** v. 44, n. 11, p. 2165-2171, 2012.

BLØND, L.; HANSEN, L. Patellofemoral pain syndrome in athletes: a 5.7-year retrospective follow-up study of 250 athletes. **Acta Orthop Belg** v. 64, p. 393–400, 1998.

ALLEN, D. J. Treatment of distal iliotibial band syndrome in a long distance runner with gait re-training emphasizing step rate manipulation. **International Journal of**

**Sports Physical Therapy**. v. 9, n. 2, p. 222-231, 2014

POHL, M. B.; HAMILL, J.; DAVIS I. S. Biomechanical and anatomic factors associated with a history of plantar fasciitis in female runners. **Clin J Sport Med**. v. 19, p. 372–376, 2009.

MILNER, C. E. *et al.* Biomechanical factors associated with tibial stress fractures in female runners. **Med Sci Sports Exerc**. v. 38, n. 2, p. 323–328, 2006.

MÜNDERMANN, A.; DYRBY, C. O.; ANDRIACCHI, T. P. Secondary gait changes in patients with medial compartment knee osteoarthritis: increased load at the ankle, knee, and hip during walking. **Arthritis Rheum**. v. 52, p. 2835–2844, 2005.