

Síndrome da dor patelofemoral não altera as características baropodométricas durante a marcha em rampa e escadas

Patellofemoral pain syndrome does not alter baropodometric characteristics during gait in ramps and stairs

El síndrome de dolor patelofemoral no altera las variables baropodométricas durante el paso en rampas y escaleras

Lisiane Piazza¹, Gilmar Moraes Santos²

RESUMO | Este estudo teve como objetivo avaliar as características baropodométricas durante a fase de apoio da marcha em escadas e rampa de sujeitos com e sem síndrome da dor patelofemoral (SDPF). Participaram 55 indivíduos do gênero feminino, 24 com SDPF (GSDPF) e 31 clinicamente saudáveis (GC), pareados em idade, estatura e massa corporal. Foram avaliadas as variáveis pico de pressão, área de contato e tempo de contato em seis regiões plantares (antepé medial, antepé lateral, médio pé, retropé medial, retropé central e retropé lateral), por meio do sistema Pedar-X, durante a realização de quatro atividades funcionais (subir e descer escadas e rampa). A ordem de realização das avaliações foi randomizada. A intensidade da dor dos sujeitos antes e após as atividades foi avaliada pela Escala Visual Numérica (EVN). Os dados foram analisados por meio da estatística descritiva e inferencial (Testes T-independente, Wilcoxon e ANOVA 2x6), com nível de significância de $p \leq 0,05$. Não foram observadas diferenças entre os grupos em relação ao pico de pressão, área de contato e tempo de contato nas seis regiões plantares analisadas durante as quatro atividades funcionais. Houve exacerbação da dor dos sujeitos após a realização das quatro atividades funcionais ($p=0,01$). Sendo assim, os resultados deste estudo, nas condições experimentais utilizadas, sugerem que não existe um

padrão de comportamento em relação às variáveis baropodométricas estudadas que diferencie sujeitos com e sem SDPF durante as atividades de subir e descer escadas e rampa.

Descritores | Síndrome da Dor Patelofemoral; Marcha; Joelho.

ABSTRACT | This study aimed to evaluate baropodometric characteristics during the stage of gait support in stairs and ramps of subjects with and without Patellofemoral Pain Syndrome (PFPS). Fifty-five female individuals participated: 24 with PFPS (PFPS group - PFPSG) and 31 clinically healthy (clinically healthy group - CHG), matched for age, height, and body mass. Peak pressure, contact area, and contact time were evaluated in six plantar regions (medial forefoot, lateral forefoot, midfoot, medial rearfoot, central rearfoot, and lateral rearfoot) by the Pedar-X system, during four functional activities (climbing up and down stairs and a ramp). The order of performance of evaluations was randomized. The intensity of the pain of the subjects before and after activities was evaluated by Visual Numeric Scale (VNS). Data were analyzed by descriptive and inferential statistics (Independent t-independent, Anova 2x6, and Wilcoxon tests), with a significance level of $p \leq 0.05$. No differences were found

Estudo desenvolvido no Laboratório de Postura e Equilíbrio da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) - Florianópolis (SC), Brasil, e no Laboratório de Biomecânica da Universidade de Passo Fundo (UPF) - Passo Fundo (RS), Brasil.

¹Fisioterapeuta, doutoranda em Ciências do Movimento Humano na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Professora do Departamento de Fisioterapia da UDESC - Florianópolis (SC), Brasil

²Fisioterapeuta, doutor em Fisioterapia, professor do Departamento de Fisioterapia da UDESC - Florianópolis (SC), Brasil.

between groups in the peak pressure, contact area, and contact time on the six plantar regions analyzed during the four functional activities. There was pain exacerbation of the subjects after the four functional activities ($p=0.01$). Thus, the results of the present study, considering the experimental conditions used, suggest that there is a pattern of behavior regarding baropodometric variables (peak pressure, contact area, and contact time) that differentiates subjects with and without PFPS during the activities of climbing up and down stairs and the ramp.

Keywords | Patellofemoral Pain Syndrome; Biomechanics; Gait; Knee.

RESUMEN | El propósito de este texto es evaluar las variables baropodométricas durante la etapa de apoyo de la marcha en escaleras y rampa de individuos con y sin síndrome de dolor patelofemoral (SDPF). Han participado 55 mujeres, 24 con SDPF (GSDPF) y 31 clínicamente sanas (GC), pareadas en edad, estatura y masa corpórea. Se evaluaron las variables presión máxima, área de contacto y tiempo de contacto en seis regiones plantares (antepié medial, antepié lateral, parte media del pie,

retropié medial, retropié central y retropié lateral), mediante el sistema Pedar-X, durante la realización de cuatro actividades funcionales (subir y bajar escaleras y rampa). Fue aleatorio el orden de realización de las actividades. Se evaluó la intensidad del dolor de los individuos antes y después de las actividades a través de la Escala Visual Numérica (EVN). Se evaluaron los datos a través de estadística descriptiva e inferencial (Pruebas T-independiente, Wilcoxon y ANOVA 2x6), con nivel de significación $p \leq 0,05$. No se observaron diferencias entre los dos grupos en cuanto a la presión máxima, área de contacto y tiempo de contacto en las seis regiones plantares evaluadas durante las cuatro actividades funcionales. Los individuos tuvieron mucho dolor después de realizar las cuatro actividades funcionales ($p=0,01$). Así los resultados indican que en las condiciones investigadas no hay un modelo de comportamiento relativo a las variables baropodométricas examinadas que diferencie a los individuos con y sin SDPF durante las actividades de subir y bajar escaleras y rampa.

Palabras clave | Síndrome de Dolor Patelofemoral; Marcha; Rodilla.

INTRODUÇÃO

A síndrome da dor patelofemoral (SDPF) caracteriza-se como uma dor difusa na região anterior do joelho¹, geralmente de início insidioso e progressão lenta^{2,3}, sendo uma das afecções mais frequentes que acometem o joelho^{4,5}, podendo conduzir a incapacidades funcionais que comprometem as atividades da vida diária³.

Seus sinais e sintomas se exacerbam principalmente durante a realização de atividades funcionais, dentre as quais podem ser destacados os movimentos de subir e descer escadas e superfícies inclinadas^{6,7}. Nesse sentido, alguns estudos foram realizados a fim de investigar os padrões biomecânicos adotados pelos sujeitos com SDPF durante a realização de atividades funcionais, observando alterações na atividade eletromiográfica dos vastos⁸, nas forças de reação do solo⁹, na cinemática^{7,9-16}, e distribuição de pressão plantar^{17,18,2}.

Segundo Thijs et al.², alterações na distribuição da pressão plantar podem causar redução na capacidade de absorção de choque no pé, fazendo essa parte da força de reação do solo ser transferida para as articulações mais proximais, entre elas, o joelho, resultando em sobrecarga

na articulação patelofemoral com conseqüente aumento na dor patelofemoral.

Apesar de existirem estudos sobre distribuição de pressão plantar, até o momento poucos a avaliaram em sujeitos com SDPF. Thijs et al.^{2,19} avaliaram a pressão plantar a fim de determinar fatores de risco para o desenvolvimento da SDPF em militares e corredores, respectivamente. Já Aliberti et al.^{17,18} analisaram a distribuição de pressão plantar em sujeitos com SDPF durante a atividade de descer escadas e na marcha, respectivamente. Porém, os resultados encontrados por esses autores diferem em relação aos padrões de distribuição da pressão plantar apresentada pelos sujeitos, o que pode ter ocorrido em função dos estudos terem sido realizados com diferentes populações, instrumentos e em situações diferenciadas. Além disso, esses estudos não avaliaram a distribuição de pressão plantar em tarefas como subir escadas, além de subir e descer rampas, as quais são atividades que os sujeitos também frequentemente apresentam dor. Acredita-se que os sujeitos com SDPF possam alterar seus padrões de caminhar como uma estratégia de redução à dor durante a realização das atividades funcionais e que isso pode levar a alterações na distribuição da pressão plantar,

com redução no tempo de contato e no pico de pressão do membro com dor em relação ao grupo controle.

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo avaliar as características baropodométricas (pico de pressão, área de contato e tempo de contato) durante a fase de apoio da marcha em escadas e rampa de sujeitos com e sem SDPF.

METODOLOGIA

Participaram do estudo 55 sujeitos do sexo feminino, divididos em dois grupos: 24 com síndrome da dor patelofemoral – GSDPF (22,8±6,1 anos, 59,8±8,1kg, 1,65±0,07m) e 31 clinicamente saudáveis (GC) (21,4±3,6 anos, 59,1±8,1kg, 1,64±0,05m). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa local (protocolo nº 33/2010) e todos os sujeitos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Os sujeitos estudados foram apenas do sexo feminino devido às diferenças biomecânicas entre os sexos²⁰ e a maior incidência da SDPF neste sexo²¹.

Os critérios de inclusão para o GSDPF foram: dor anterior ou retropatelar exacerbada por pelo menos três situações – subir ou descer escadas, agachar por tempo prolongado, ajoelhar, correr, permanecer sentado por longos períodos e ao praticar esportes^{22,23}; início insidioso dos sintomas sem relação com um evento traumático²⁴; dor igual ou maior que 2cm na Escala Visual Numérica (EVN - 0-10cm) na articulação patelofemoral nos sete dias que precederam o teste, durante a realização das atividades supracitadas; dor, de qualquer grandeza, em dois testes funcionais com duração de trinta segundos cada um (agachar a 90 graus e descer um *step* com 25cm de altura)²².

Os critérios de inclusão para o grupo controle (GC) foram: ausência de história de lesão meniscal ou ligamentar, trauma, cirurgia ou fratura do membro inferior^{20,23}; sem história de dor na articulação do joelho ou na articulação patelofemoral (dor 0 cm na EVA)²⁰; ausência de qualquer problema nas articulações do quadril e pé, doença neurológica ou do sistema osteomioarticular²³; não ter realizado tratamento fisioterapêutico no membro inferior; sem dor, de qualquer grandeza, durante a realização dos testes funcionais com duração de trinta segundos cada um (agachar a 90 graus; descer um *step* com 25cm de altura)²².

Os critérios de exclusão para ambos os grupos foram: presença de doença neurológica²⁵; história de trauma

nos membros inferiores, lesão meniscal ou ligamentar do joelho²²; luxação patelar recidivante; história de cirurgia no joelho ou membros inferiores²⁰; presença de doenças sistêmicas que pudessem comprometer a locomoção.

As características baropodométricas durante o andar em rampa e escadas foram avaliadas mediante o Pedar-X® da Novel (Munique, Alemanha), com uma frequência de aquisição de 100Hz. Boyd et al.²⁶ avaliaram a confiabilidade do Pedar-X ao analisar um único passo e sem controlar a velocidade da marcha, além de verificar a validade da força vertical obtida por meio desse sistema em comparação com a plataforma de força, encontrando uma boa confiabilidade para a deambulação livre (ICC entre 0,57 a 0,89), além de uma excelente validade para a mensuração das forças verticais entre a plataforma de força e o sistema Pedar-X (ICC=0,81 e 0,84).

Para avaliação, as palmilhas do Pedar-X foram colocadas dentro do calçado que foi utilizado e conectadas a um condicionador que foi colocado em um cinto que ficou fixo na cintura dos sujeitos. Esse condicionador comunicava e transferia os dados para o computador por meio de comunicação *Bluetooth* facilitando dessa forma o deslocamento do sujeito pelo local das avaliações. Todas as palmilhas foram calibradas antes do estudo de acordo com especificações do fabricante. Para controlar as diferenças nos tipos de calçado, todos os sujeitos utilizaram um calçado padrão (sapatilha Moleca®). Antes de iniciar a coleta dos dados, os sujeitos passaram por um período de familiarização com o ambiente de coleta e os equipamentos.

A ordem de realização das atividades (subir e descer escada e rampa) foi randomizada por meio de sorteio. Para avaliação das características baropodométricas durante a atividade de subir e descer escadas, os sujeitos foram orientados a subir e descer uma escada de 11 degraus (16,5cm altura, 271cm de largura e 30,5cm comprimento) sem apoiarem no corrimão com a velocidade que habitualmente praticam essa atividade, iniciando a tarefa sempre pelo pé direito. Da mesma maneira, os sujeitos foram orientados a subir e descer de uma rampa (1378 cm de comprimento x 153 cm largura, com um ângulo de inclinação de 12°), como habitualmente praticam a atividade, sem apoiarem no corrimão e iniciando sempre pelo pé direito. A velocidade da marcha foi monitorada, porém não controlada. Para a monitorização, foi utilizado um cronômetro (Kenko KK-1046®), e a velocidade foi

determinada pela divisão da distância pela média do tempo dos ensaios de caminhada na escada e rampa. A velocidade empregada pelo grupo SDPF e pelo GC nas atividades não evidenciou diferença estatística (subir escadas: $p=0,6$; descer escada: $p=0,3$; subir rampa: $p=0,1$; descer rampa: $p=0,2$).

A intensidade da dor dos sujeitos durante as atividades de subir e descer escadas e rampa foi avaliada pela Escala Visual Numérica (EVN), a qual apresenta validade e confiabilidade estabelecida para esse tipo de avaliação²⁷.

Tratamento dos dados

Para análise dos dados foram descartados o primeiro e último passo a fim de evitar o efeito da aceleração e desaceleração do movimento, sendo analisados, em média, dez passos por sujeito para cada atividade funcional. A superfície plantar foi dividida em seis regiões: retopé medial, retopé central e retopé lateral; antepé medial e antepé lateral e médio pé¹⁸ (Figura 1).

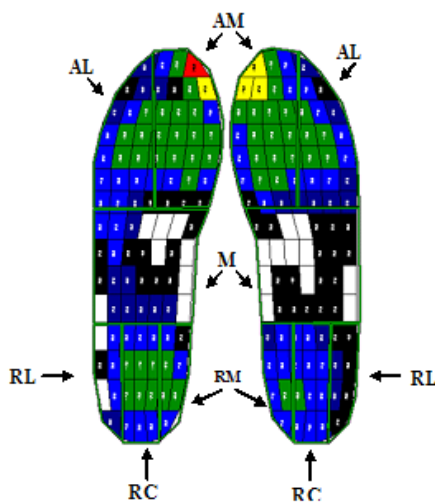


Figura 1. Pé dividido em seis regiões, conforme a máscara aplicada. AM: antepé medial, AL: antepé lateral, M: médio pé, RM: retopé medial, RC: retopé central, RL: retopé lateral

As variáveis analisadas foram: pico de pressão (KPa), área de contato (cm^2) e tempo de contato (ms) nas seis regiões plantares que se ajustaram via software proporcionalmente a largura e comprimento do pé de cada sujeito.

Análise estatística

Para análise estatística foi utilizado o Statistical Package for the Social Sciences (SPSS v. 17.0), sendo utilizada a estatística descritiva para caracterização dos sujeitos. O teste de Shapiro-Wilk evidenciou dados de pressão plantar com distribuição gaussiana. Foi utilizado teste T independente, para testar a homogeneidade dos sujeitos (idade, massa, altura e velocidade da marcha), ANOVA 2x6 (2 grupos X 6 regiões plantares, sendo as seis regiões plantares consideradas medidas repetidas), para comparar o pico de pressão, área de contato e tempo de contato nas seis regiões plantares entre o GSDPF e GC, e teste de Wilcoxon para comparar a dor do GSDPF antes e após subir e descer escadas e rampa. O nível de significância adotado foi de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os resultados do pico de pressão, da área de contato e tempo de contato nas seis regiões plantares do GSDPF e GC durante as atividades de subir e descer escadas. Não foi observado efeito de grupo, nem interação entre grupo e regiões plantares para o pico de pressão, área de contato e tempo de contato nas duas atividades funcionais.

Os dados referentes ao pico de pressão, área de contato e tempo de contato nas atividades de subir e descer rampa são apresentados na Tabela 2. Não foram observados efeitos de grupo nem interação entre grupo e regiões plantares nessas atividades.

Tabela 1. Médias e desvios-padrão do pico de pressão (KPa), área de contato (cm^2) e tempo de contato (ms) nas seis regiões plantares durante a atividade de subir e descer escadas do GSDPF e GC

		Subir escadas			
	Áreas plantares	GSDPF (n=24)	GC (n=31)	F	p
Pico de Pressão (KPa)	Retopé Lateral	79,34±43,68	71,11±37,98		
	Retopé Central	129,27±70,59	117,04±64,67		
	Retopé Medial	116,71±67,21	106,19±62,96	0,001*	0,97*
	Médio pé	104,02±51,85	97,40±28,79	0,77**	0,57**
	Antepé Lateral	213,70±85,35	231,67±68,84		
	Antepé Medial	264,51±79,06	282,57±80,74		

(continua)

Tabela 1. Continuação

Subir escadas					
	Áreas plantares	GSDPF (n=24)	GC (n = 31)	F	p
Área de Contato (cm ²)	Retropé Lateral	5,42±1,92	5,66±1,63	0,11*	0,73*
	Retropé Central	13,24±4,07	14,67±2,07		
	Retropé Medial	6,24±2,62	6,93±1,46		
	Médio pé	13,78±6,38	13,79±6,08		
	Antepé Lateral	23,01±2,59	23,17±2,42		
	Antepé Medial	31,78±3,27	32,21±3,02		
Tempo de Contato (ms)	Retropé Lateral	417,18±175,40	393,30±124,30	1,06*	0,30*
	Retropé Central	443,97±181,66	427,50±121,41		
	Retropé Medial	416,34±182,16	403,37±152,12		
	Médio pé	597,54±99,83	586,61±102,81		
	Antepé Lateral	646,54±74,76	624,72±77,30		
	Antepé Medial	647,58±74,54	620,78±85,91		
Descer escadas					
Pico de Pressão (Kpa)	Retropé Lateral	68,15±27,12	59,69±30,34	0,28* 0,59*	0,80** 0,91**
	Retropé Central	107,22±46,58	92,37±42,63		
	Retropé Medial	96,32±44,26	85,01±40,66		
	Médio pé	112,69±39,99	115,32±36,78		
	Antepé Lateral	187,52±68,35	203,26±58,63		
	Antepé Medial	281,40±91,37	269,94±81,21		
Área de Contato (cm ²)	Retropé Lateral	5,57±1,82	5,39±1,86	0,04* 0,84*	0,29** 0,91**
	Retropé Central	14,43±2,61	13,72±3,12		
	Retropé Medial	6,90±1,96	6,50±2,50		
	Médio pé	18,24±6,02	18,95±7,30		
	Antepé Lateral	23,54±2,32	23,37±2,56		
	Antepé Medial	32,42±3,26	32,42±3,50		
Tempo de Contato (ms)	Retropé Lateral	289,90±179,08	223,76±134,38	1,53* 0,22*	1,19** 0,31**
	Retropé Central	338,67±171,24	280,96±164,32		
	Retropé Medial	311,07±163,57	253,74±159,30		
	Médio pé	567,53±129,29	547,63±120,07		
	Antepé Lateral	621,43±115,38	598,29±100,31		
	Antepé Medial	625,03±115,51	599,76±100,32		

* Efeito de grupo

** Interação entre grupo e regiões plantares

Tabela 2. Médias e desvios-padrão do pico de pressão (KPa), área de contato (cm²) e tempo de contato (ms) nas seis regiões plantares durante a atividade de subir e descer rampa do GSDPF e GC

Subir rampa					
	Áreas plantares	GSDPF (n=24)	GC (n=31)	F	p
Pico de Pressão (KPa)	Retropé Lateral	195,51±43,46	195,56±48,46	2,03*	0,15*
	Retropé Central	272,29±50,42	283,73±48,37		
	Retropé Medial	228,79±56,39	249,68±65,56		
	Médio pé	106,03±45,84	107,46±36,56		
	Antepé Lateral	259,54±88,18	268,63±88,14		
	Antepé Medial	323,122±83,65	369,64±97,99		
Área de Contato (cm ²)	Retropé Lateral	6,83±1,23	6,87±1,14	0,82*	0,77*
	Retropé Central	15,01±2,51	15,10±1,82		
	Retropé Medial	7,20±1,48	7,40±1,38		
	Médio pé	13,77±5,20	13,53±6,40		
	Antepé Lateral	23,54±3,50	23,70±2,31		
	Antepé Medial	31,80±4,64	32,62±3,30		
Tempo de Contato (ms)	Retropé Lateral	464,64±98,68	418,79±105,97	2,82*	0,09*
	Retropé Central	538,69±97,71	479,05±11,80		
	Retropé Medial	489,36±107,51	470,41±113,93		
	Médio pé	474,82±102,02	453,58±85,82		
	Antepé Lateral	526,69±90,14	473,74±81,63		
	Antepé Medial	501,79±109,93	453,17±101,05		

(continua)

Tabela 2. Continuação

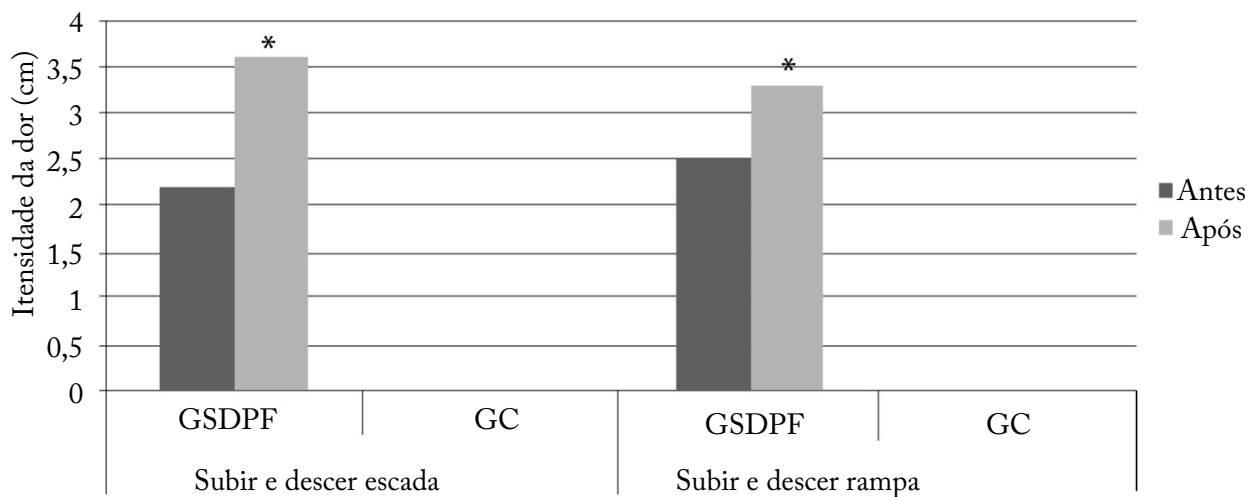
		Descer rampa			
	Áreas plantares	GSDPF (n=24)	GC (n=31)	F	p
Pico de Pressão (Kpa)	Retropé Lateral	239,24±24	232,53±59,60	0,24*	0,62*
	Retropé Central	301,71±58,90	303,86±63,61		
	Retropé Medial	231,20±62,79	241,18±68,58		
	Médio pé	77,58±34,81	76,9±24,69		
	Antepé Lateral	194,59±77,26	198,42±62,18		
	Antepé Medial	293,74±75,72	312,28±92		
Área de Contato (cm ²)	Retropé Lateral	7,01±1,26	7,08±1,11	0,08*	0,77*
	Retropé Central	15,37±1,79	15,28±1,78		
	Retropé Medial	7,66±1,05	7,54±1,50		
	Médio pé	11,58±6,45	12,75±7,29		
	Antepé Lateral	23,32±2,11	23,24±2,37		
	Antepé Medial	32,24±3,11	32,27±3,08		
Tempo de Contato (ms)	Retropé Lateral	347,49±130,62	304,09±115,37	2,46*	0,12*
	Retropé Central	391,78±130,85	348,73±127,23		
	Retropé Medial	360,53±132,26	321,49±118,88		
	Médio pé	496,03±102,85	468,09±127,76		
	Antepé Lateral	548,69±54,33	509,67±106,38		
	Antepé Medial	541,86±61,21	508,32±70,43		

* Efeito de grupo

** Interação entre grupo e regiões plantares

No Gráfico 1 pode-se observar a intensidade da dor (cm) antes e após as atividades de subir e descer rampa e escadas no GSDPF e GC. Constatou-se uma exacerbação da dor no GSDPF após subir e

descer escadas ($p=0,01$) e subir e descer rampa ($p=0,01$). Já os sujeitos do GC não apresentaram dor nem antes nem após a realização das atividades funcionais.



* Estatisticamente maior após a realização da atividade

Gráfico 1. Comparação da intensidade de dor (cm) de cada grupo (GSDPF e GC) antes e após a realização das atividades

DISCUSSÃO

A avaliação da distribuição da pressão plantar não evidenciou diferenças entre os grupos em relação ao pico de pressão, área de contato e tempo de contato nas seis regiões plantares analisadas durante a fase de apoio da marcha nas atividades funcionais (subir e descer escadas

e rampa). De forma semelhante a este estudo, Aliberti et al.¹⁸ analisaram a distribuição da pressão plantar durante a fase de apoio do descer escadas em sujeitos com SDPF. No entanto, discordando de nossos achados, os autores observaram um contato medialmente direcionado no retropé e médio pé, assim como menores cargas plantares durante o movimento de descer escadas nos

sujeitos com SDPF. Os menores picos de pressão nesses sujeitos ao descer escadas foram relacionados a uma tentativa de redução da força de reação na articulação patelofemoral objetivando diminuir a sobrecarga e consequentemente a dor.

Já Aliberti et al.¹⁷ avaliaram a distribuição da pressão plantar em três subfases do apoio da marcha (contato inicial, médio apoio e propulsão) em sujeitos com SDPF, observando um contato inicial medialmente direcionado no retropé e uma propulsão mais lateralizada no antepé. Segundo eles, a entrada mais evertida do pé no contato inicial parece ter reduzido a excursão da pronação inicial que deve ocorrer nessa fase para a absorção da carga. Consequentemente, a pronação teve que acontecer no médio apoio de forma mais pronunciada, evidenciada pelo aumento na área de contato no antepé lateral ainda nessa fase e culminando com um desprendimento do pé mais lateral e redução no pico de pressão no antepé medial durante a propulsão.

Considerando que a distribuição da pressão plantar pode ser influenciada por diversos fatores como a velocidade da marcha, o terreno, o calçado²⁸ e o gênero²⁹, algumas diferenças metodológicas entre este estudo e os de Aliberti et al.^{17,18} podem explicar os achados conflitantes entre estes. Em nosso estudo, optamos por utilizar um calçado padrão durante a marcha (sapatilha Moleca[®]), tendo em vista que a maioria das atividades funcionais realizadas no dia a dia é com calçados e nosso objetivo era aproximar os sujeitos o máximo possível do seu dia a dia. Já nos estudos de Aliberti et al.^{17,18}, os sujeitos utilizaram somente uma meia durante a coleta dos dados. Adicionalmente, os autores controlaram a cadência dos sujeitos e, consequentemente, a velocidade de sua marcha. Em nosso estudo, não fizemos esse controle, pois acreditamos que poderia mudar algum padrão de comportamento da marcha dos sujeitos. Nos estudos dos autores mencionados, a amostra foi composta predominantemente por mulheres, porém houve a participação de alguns homens. Já no nosso estudo todas as participantes foram do gênero feminino. Adicionalmente na avaliação da marcha, Aliberti et al.¹⁷ analisaram-na em três subfases do apoio, diferente do nosso estudo, em que avaliamos em todo o apoio, o que pode também ter levado a diferenças nos resultados entre esses.

Ao investigar fatores de risco intrínsecos para o desenvolvimento da SDPF em mulheres por meio da mensuração da pressão plantar durante a marcha, Thijs et al.² constataram a presença de três fatores de

risco relativos à marcha que poderiam predispor o desenvolvimento da SDPF: uma distribuição de pressão mais lateralizada no contato inicial do pé, uma redução no tempo de pressão máxima no quarto metatarso e um atraso na mudança lateromedial do COP no contato do antepé durante a marcha. Segundo os autores, essas alterações podem causar uma redução na absorção de choque no pé, fazendo a maior parte das forças de reação do solo serem transferidas para as articulações mais proximais, entre elas, o joelho, resultando em uma sobrecarga na articulação patelofemoral e, consequentemente, na dor patelofemoral. No entanto, esses achados, embora relevantes, não podem ser generalizados para toda a população com SDPF e nem comparados diretamente com este estudo, uma vez que foram realizados em uma população específica (militares), e utilizaram um instrumento diferente (plataforma de pressão FootScan).

Em outro estudo, Thijs et al.¹⁹ avaliaram a pressão plantar na corrida descalça em corredores iniciantes, com o objetivo de determinar fatores de risco para o desenvolvimento da SDPF relativos à corrida. Os autores analisaram as forças verticais e médio-laterais, os impulsos absoluto e relativo de oito áreas do pé, observando uma redução no tempo para se atingir o pico de força vertical no retropé lateral e um maior pico de força vertical no segundo metatarso nos corredores que desenvolveram a síndrome, concluindo que ela está relacionada a um aumento do impacto no contato inicial e da propulsão durante a corrida. No entanto, assim como no estudo supracitado, esses dados não podem ser comparados diretamente com os do nosso estudo e nem generalizados para a população de forma genérica, tendo em vista que foram realizados com uma população específica (corredores) e com instrumentação diferente (plataforma de pressão FootScan).

Não foram encontrados até o momento estudos avaliando a distribuição da pressão plantar em atividades como subir escadas, além de subir e descer rampas em sujeitos com SDPF. Adicionalmente, este foi o primeiro estudo a avaliar a marcha utilizando calçados durante a realização de atividades funcionais nos sujeitos com SDPF.

Neste estudo, os padrões de distribuição da pressão nas seis regiões plantares foram similares entre os grupos nas quatro atividades funcionais, tanto em relação às regiões com maiores picos de pressão, área de contato e tempo de contato quanto em relação à magnitude dessas variáveis. Durante a atividade de subir e descer rampa, os

maiores picos de pressão foram observados nas regiões do antepé medial, seguido do retropé central. Esses dados vão ao encontro de Putti et al.³⁰ que ao avaliarem a distribuição da pressão plantar de 53 sujeitos saudáveis por meio do Pedar-X observaram maior pico de pressão abaixo do hálux seguido pelo calcâneo. Nova, Rodríguez e García²⁸ também investigaram os padrões de pressão plantar de sujeitos saudáveis pelo sistema Biofoot de palmilhas instrumentadas observando que a segunda cabeça do metatarso apresentou maior pico de pressão, seguido do calcanhar, primeiro e terceiro metatarso e hálux.

Neste estudo, nas atividades de subir e descer escadas foram evidenciados maiores picos de pressão no antepé medial e antepé lateral, o que pode ser explicado pelo fato dos sujeitos realizarem essa tarefa tocando mais a parte anterior do pé em relação à posterior. Esses achados corroboram Aliberti et al.¹⁸, que observaram maiores picos de pressão na região do antepé medial seguida do antepé lateral durante a atividade de descer escadas da mesma forma em sujeitos com e sem SDPF. Não foram encontrados na literatura estudos que avaliem a distribuição da pressão plantar durante a atividade de subir escadas tanto em sujeitos com SDPF quanto assintomáticos, porém, de acordo com as observações deste estudo, pode-se constatar que os padrões de distribuição de pressão foram similares à atividade de descer escadas.

O padrão da distribuição da área de contato observado no estudo de Aliberti et al.¹⁸ no grupo controle durante a atividade de descer escadas é semelhante ao observado no nosso estudo em ambos os grupos (GC e GSDPF) na atividade estudada, com maior área de contato no antepé medial seguida pelo antepé lateral. Já nos sujeitos com SDPF, Aliberti et al.¹⁸ constataram maior área de contato no antepé medial seguida pelo médio pé, caracterizando um contato mais medializado desses sujeitos.

Em relação ao tempo de contato, Swanson³¹ não encontrou diferenças nessa variável no antepé, médio pé e retropé entre 43 sujeitos com SDPF e 45 controles avaliados em seu estudo tanto na marcha quanto na corrida em esteira. De forma semelhante, Thijs et al.² não observaram diferenças no tempo de contato entre militares que desenvolveram a SDPF durante seu treinamento básico e aqueles que não desenvolveram. Aliberti et al.¹⁸ não observaram diferenças entre sujeitos com e sem SDPF quanto a integral pressão-tempo ao descer escadas nas seis regiões plantares. Segundo os

autores, como a integral pressão-tempo caracteriza-se pelo impulso do pico de pressão no tempo, essa similaridade sugere que o tempo de contato pode ter sido maior no GSDPF. No nosso estudo, embora não tenham ocorrido diferenças significativas no tempo de contato entre os grupos, pode-se constatar que os valores dessa variável foram maiores nos sujeitos com SDPF, sugerindo que estes realizam a atividade com maior cautela que os sujeitos do GC.

Diversos estudos têm relatado que os sujeitos com SDPF adotam diferentes estratégias, tais como menor ângulo de flexão do joelho, redução no momento extensor do joelho e nas forças de reação do solo, além de redução na velocidade da marcha e na cadência durante a realização de atividades funcionais a fim de evitar ou reduzir seus níveis de dor^{6,9-11,13,14,32}. Neste estudo, hipotetizamos inicialmente que os sujeitos com SDPF poderiam alterar seus padrões de caminhar como uma estratégia de redução à dor durante a realização das atividades funcionais e que isso poderia levar a alterações na distribuição da pressão plantar, com redução no tempo de contato e nos picos de pressão do membro com dor em relação ao membro dominante dos sujeitos do GC. No entanto, essa hipótese não se confirmou no decorrer do estudo.

Contudo, cabe salientar que a SDPF por ser uma afecção multifatorial, com uma grande variedade de sintomas e potenciais etiologias que podem se manifestar por múltiplas estratégias e compensações na marcha desses sujeitos, o que, talvez, possa explicar os diferentes achados verificados entre este estudo e outros^{2,19,17,18}.

Sendo assim, é possível que os sujeitos do nosso estudo tenham adotado outras estratégias que não influenciaram nos seus padrões de distribuição de pressão plantar ou nosso instrumento não foi sensível e/ou específico suficiente para detectá-las durante a realização das atividades funcionais propostas.

Apesar de não haver diferença tanto no padrão como na intensidade da distribuição de pressão plantar entre os grupos, foi verificada exacerbação da dor nos sujeitos com SDPF após a realização das cinco atividades funcionais.

As atividades de subir e descer escadas foram aquelas nas quais os sujeitos apresentaram maior exacerbação da dor (1,4cm) em relação a subir e descer rampa (0,8cm). A maior intensidade de dor após subir e descer escadas deve-se ao fato de que essas atividades necessitam de maior flexão do joelho

do que durante subir e descer rampa. A maior flexão do joelho leva a um aumento nas forças de reação e áreas de contato na articulação patelofemoral, devido ao ângulo entre o tendão patelar e o quadríceps tornar-se mais agudo, com o aumento do vetor resultante, na medida em que a flexão do joelho aumenta, os braços efetivos das alavancas do fêmur e da tíbia aumentam, exigindo maior ativação do quadríceps para resistir ao momento de flexão do peso corporal³³. Nesse sentido, Chen, Scher e Powers³⁴ constataram que as cargas na articulação patelofemoral variam consideravelmente de acordo com a tarefa realizada. Eles observaram maiores picos de força de reação na articulação patelofemoral na corrida, seguido das atividades de subir escadas, descer escadas e caminhada.

Foram consideradas limitações deste estudo não realizar a avaliação baropodométrica simultânea e sincronizada à avaliação da amplitude de movimento do tornozelo e joelho.

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo, nas condições experimentais utilizadas, sugerem que não existe um padrão de comportamento nas variáveis baropodométricas (pico de pressão, área de contato e tempo de contato) que diferencie sujeitos com e sem SDPF durante a realização das atividades de subir e descer escadas e rampa.

Adicionalmente, nossos achados mostram que atividades funcionais, como subir e descer escadas e rampas, exacerbam a dor dos sujeitos com SDPF. Sendo assim, poderiam ser usadas para avaliação da dor desses sujeitos, mas sugere-se cautela quanto a sua utilização durante o tratamento dessa síndrome.

AGRADECIMENTOS

Aos fisioterapeutas Marlon Francys Vidmar e Luiz Fernando Bortoluzzi de Oliveira e ao professor do curso de Fisioterapia da UPF Gilnei Lopes Pimentel pelo auxílio na coleta dos dados. Aos médicos César Antônio de Quadros Martins, André Kuhn, Osmar Valadão Lopes Junior, José Saggin e Paulo Renato Saggin pelo encaminhamento das pacientes para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Manske RC, Davies GJ. A nonsurgical approach to examination and treatment of the patellofemoral joint, part 1: examination of the patellofemoral joint. *Crit Rev Phys Rehabil Med.* 2003;15(2):141-66.
2. Thijs Y, Tiggelen DV, Roosen P, De Clercq D, Vitvrouw E. A prospective study on gait-related intrinsic risk factors for patellofemoral pain. *Clin J Sport Med.* 2007;17(6):437-45.
3. Alaca R, Yilmaz B, Goktepe AS, Mohur H, Kalyon TA. Efficacy of isokinetic exercise on functional capacity and pain in patellofemoral pain syndrome. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002;81(11):807-13.
4. Fredericson M, Yoon K. Physical examination and patellofemoral pain syndrome. *Am J Phys Med Rehabil.* 2006;85(3):234-43.
5. Powers CM, Maffucci R, Hampton S. Rearfoot posture in subjects with patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1995;22(4):155-60.
6. Brechter JH, Powers CM. Patellofemoral joint stress during stair ascent and descent in persons with and without patellofemoral pain. *Gait Posture.* 2002;16(2):115-23.
7. Powers CM, Perry J, Hsu A, Hislop HJ. Are patellofemoral pain and quadriceps femoris muscle torque associated with locomotor function? *Phys Ther.* 1997;77(10):1063-78.
8. Powers CM, Landel R, Perry J. Timing and intensity of vastus muscle activity during functional activities in subjects with and without patellofemoral pain. *Phys Ther.* 1996; 76(9):946-55.
9. Paoloni M, Mangone M, Fratocchi G, Murgia M, Saraceni VM, Santilli V. Kinematic and kinetic features of normal level walking in patellofemoral pain syndrome: more than a sagittal plane alteration. *J Biomech.* 2010;43(9):1794-8.
10. Levinger P, Gilleard W. Tibia and rearfoot motion and ground reaction forces in subjects with patellofemoral pain syndrome during walking. *Gait Posture.* 2007;25(1):2-8.
11. Reis JG, Costa CG, Cliquet Junior A, Piedade SR. Análise cinemática do joelho ao subir e descer escada na instabilidade patelofemoral. *Acta Ortop Bras.* 2009;17(3):152-4.
12. Grenholm A, Stensdotter A, Häger-ross C. Kinematic analyses during stair descent in young women with patellofemoral pain. *Clin Biomech.* 2009;24(1):88-94.
13. Crossley KM, Cowan SM, Bennel KL, McConnell J. Knee flexion during stair ambulation is altered in individuals with patellofemoral pain. *J Orthop Res.* 2004; 22(2):267-74.
14. Nadeau S, Gravel D, Hébert LJ, Arsenault AB, Lepage Y. Gait study of patients with patellofemoral pain syndrome. *Gait Posture.* 1997;5(1):21-7.
15. Reis AC, Correa JCF, Bley AS, Rabelo NDA, Fukuda TY, Lucareli PRG. Kinematic and kinetic analysis of the single-leg triple hop test in women with and without patellofemoral pain. *J Orthop Phys Ther.* 2015;45(10):799-807.
16. Salsich GB, Graci V, Maxam DE. The effects of movement-pattern modification on lower extremity kinematics and pain in women with patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(12):1017-24.

17. Aliberti S, Costa MSX, Passaro AC, Arnone AC, Hirata R, Sacco ICN. Influence of patellofemoral pain syndrome on plantar pressure in the foot rollover process during gait. *Clin Sci*. 2011;66(3):367-72.
18. Aliberti S, Costa MSX, Passano AC, Arnone AC, Sacco IC. Medial contact and smaller plantar loads characterize individuals with Patellofemoral Pain Syndrome during stair descent. *Phy Ther Sport*. 2010;11(1):30-4.
19. Thijs Y, De Clercq D, Roosen P, Vitvrouw E. Gait related intrinsic risk factors for patellofemoral pain in novice recreational runners. *Br J Sports Med*. 2008;42(6):466-71.
20. Powers, CM. Patellar kinematics, Part I: the influence of vastus muscle activity in subjects with and without patellofemoral pain. *Phys Ther*. 2000;80(10):956-64.
21. Tumia N, Maffulli N. Patellofemoral pain in female athletes. *Sports Med Arthrosc*. 2002;10(1):69-75.
22. Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW. Therapeutic patellar taping changes the timing of vasti muscle activation in people with patellofemoral pain syndrome. *Clin J Sports Med*. 2002;12(9):339-47.
23. Loudon JK, Wiesner D, Goist-Foley HL, Asjes C, Loudon KL. Intrarater reliability of functional performance tests for subjects with patellofemoral pain syndrome. *J Athl Train*. 2002;37(3):256-61.
24. Cabral CMN, Melim AMO, Sacco ICN, Marques AP. Fisioterapia em pacientes com Síndrome Fêmoro-Patelar: Comparação de exercícios em cadeia cinética aberta e fechada. *Acta Ortop Bras*. 2008;16(3):180-5.
25. Laprade J, Culham E, Brouwer B. Comparison of five isometric exercises in the recruitment of the vastus medialis oblique in persons with and without Patellofemoral Pain Syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1998;27(3):197-204.
26. Boyd LA, Bontrager EL, Mulroy SJ, Perry J. The reliability and validity of the Novel Pedar System of in-shoe pressure measurement during free ambulation. *Gait Posture* (abstracts). 1997;5(2):165.
27. Lara-Muñoz C, De Leon SP, Feinstein AR, Puente A, Wells CK. Comparison of the three rating scales for measuring subjective phenomena in clinical research I. Use of experimentally controlled auditory stimuli. *Arch Med Res*. 2004;35(1):43-8.
28. Nova AM, Rodríguez RS, García JCC. Patrón de presiones plantares en el pie normal: análisis mediante sistema Biofoot de plantillas instrumentadas. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2008;52(2):94-8.
29. Putti AB, Arnold GP, Abboud RJ. Foot pressure differences in men and women. *Foot Ankle Surg*. 2010;16(1):21-4.
30. Putti AB, Arnold GP, Cochrane L, Abboud RJ. The Pedar in-shoe system: repeatability and normal pressure values. *Gait Posture*. 2007;25(3):401-5.
31. Swanson KJ. A clinical and biomechanical profile of female athletes with and without Patellofemoral Pain. [Dissertação]. Minnesota: Faculty of the Graduate School, University of Minnesota; 2009.
32. Salsich GB, Brechter JH, Powers CM. Lower extremity kinetics during stair ambulation in patients with and without patellofemoral pain. *Clin Biomech*. 2001;16(10):906-12.
33. Fulkerson JP. Patologia da articulação patelofemoral. 3ª ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2000.
34. Chen Y, Scher I, Powers CM. Quantification of patellofemoral joint reaction forces during functional activities using a subject-specific three-dimensional model. *J Appl Biomech*. 2010;26(4):415-23.