Ana Paula de Moura Campos Carvalho e Silva

**Avaliação do controle postural estático e
dinâmico na síndrome patelofemoral**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de
São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Programa de Ciências da Reabilitação

Área de concentração: Movimento, Postura e Ação Humana

Orientadora: Profa. Dra. Amélia Pasqual Marques

São Paulo
2014

Ana Paula de Moura Campos Carvalho e Silva

**Avaliação do controle postural estático e
dinâmico na síndrome patelofemoral**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para obtenção do título de
Mestre em Ciências

Programa de Ciências da Reabilitação

Área de concentração: Movimento, Postura e Ação Humana

Orientadora: Profa. Dra. Amélia Pasqual Marques

São Paulo
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Carvalho e Silva, Ana Paula de Moura Campos

Avaliação do controle postural estático e dinâmico na síndrome patelofemoral /
Ana Paula de Moura Campos Carvalho e Silva. -- São Paulo, 2014.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Ciências da Reabilitação. Área de concentração: Movimento, Postura
e Ação Humana.

Orientadora: Amélia Pasqual Marques.

Descritores: 1.Equilíbrio postural 2.Síndrome da dor patelofemoral 3.Joelho
4.Dinamômetro de força muscular 5.Quadril 6.Fisioterapia 7.Mulheres

USP/FM/DBD-057/14

DEDICATÓRIA

*Dedico esta dissertação à minha família:
meus pais Teresa Cristina Carvalho e Silva, Guilherme Carvalho e Silva,
aos meus irmãos Guilherme, Marcelo e Ana Cristina.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente a minha orientadora, Amélia Pasqual Marques, pelo apoio, confiança e especialmente sabedoria. Você é iluminada!

Aos meus pais, Teresa Cristina Carvalho e Silva e Guilherme Carvalho e Silva, pelo suporte e apoio incondicional em todas as minhas escolhas e durante essa etapa da vida. Vocês são meu exemplo de vida, determinação e coragem.

Aos meus irmãos, Guilherme, Ana Cristina pela amizade e carinho e ao Marcelo por dividir o dia-a-dia em São Paulo nessa fase da minha vida. Como é bom ter irmãos!

Aos colegas e amigos do Laboratório de Investigação Fisioterapêutica Clínica e Eletromiografia e da pós-graduação: Gabriel Leão, Fábio Renovato, Maurício Magalhães, Thomaz Burke, Luiz Armando, Harumi, Susan, Josiane, Cinthia e Ana Carolina por esse tempo que compartilhamos nossos trabalhos, experiência de vida e risadas, tornando nossos dias sempre agradáveis.

Aos meus amigos Tatiana, Mariana Dacar, Patrícia Melo e Sheila pelo tempo de descontração e experiências trocadas durante esse período.

Às voluntárias pela participação na realização desta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela assistência aos cursos de pós-graduação no Brasil e pelo valoroso auxílio financeiro fornecido para o desenvolvimento desta pesquisa.

Esta dissertação está de acordo com as seguintes normas:

Referências: adaptado de International Committee of Medical Journals Editors (Vancouver). Requisitos uniformes para manuscritos *International Committee of Medical Journals Editors* Ver. Saúde Pública, 33 (1), 1999.

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 2ª Ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.

Abreviaturas dos títulos dos Periódicos de acordo com *List of Journals Indexed em Index Medicus*.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	
Lista de Tabelas	
Lista de Abreviaturas	
Resumo	
Abstract	
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	6
3. CASUÍSTICA E MÉTODOS	7
3.1 Modelo de pesquisa	7
3.2 Local	7
3.3 População e amostra	7
3.4 Cálculo amostral	10
3.5 Materiais	10
3.6 Procedimentos	11
3.7 Análise estatística	18
4. RESULTADOS	19
4.1 Caracterização da amostra	19
4.2 Comparações inter-grupos	20
4.3 Correlações	24
5. DISCUSSÃO	26
6. CONCLUSÃO	33
7. ANEXOS	34
Anexo 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	35

Anexo 2: Aprovação do Comitê de Ética	36
Anexo 3: Ficha de Avaliação	37
Anexo 4: Escala de Atividades de Vida Diária	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma de seleção da amostra	8
Figura 2. Teste de apoio unipodálico	13
Figura 3. Posição inicial do teste de subir/descer degrau	14
Figura 4. Posicionamento ao subir/descer o degrau	15
Figura 5. Força isométrica dos músculos abdutores do quadril	16
Figura 6. Força isométrica dos músculos extensores do quadril	16
Figura 7. Força isométrica dos rotadores laterais do quadril	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características demográficas e clínicas do Grupo Síndrome da dor patelofemoral e Controle	19
Tabela 2. Média e desvio-padrão da área, do deslocamento e velocidade da oscilação total, médio-lateral e ântero-posterior do centro de pressão nos dois grupos no teste de apoio unipodal	21
Tabela 3. Média e desvio-padrão do deslocamento e velocidade da oscilação total, ântero-posterior e médio-lateral do centro de pressão nos dois grupos no teste de subir e descer o degrau	22
Tabela 4. Comparação da força isométrica dos músculos do quadril entre os grupos, apresentados em média e desvio padrão	23
Tabela 5. Correlação entre o controle postural estático e a força dos músculos do quadril no grupo SDP	24
Tabela 6. Correlação entre o controle postural dinâmico e a força dos músculos do quadril no grupo SDP	25

LISTA DE ABREVIATURAS

SDP – Síndrome da dor patelofemoral

CG – Grupo Controle

VMO – Vasto medial oblíquo

VL – Vasto lateral

CCA – Cadeia cinética fechada

CCF – Cadeia cinética fechada

COP – Centro de pressão

EVA – Escala Visual Analógica

EAVD – Escala de atividade de vida diária

EIAS – Espinha ilíaca ântero-posterior

RESUMO

Carvalho e Silva APMC. *Avaliação do controle postural estático e dinâmico na síndrome patelofemoral* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2014.

Introdução: A síndrome da dor patelofemoral (SDP) é uma das condições musculoesqueléticas mais comum de dor anterior no joelho. Caracteriza-se pela dor e crepitação durante atividades funcionais diárias como agachar, subir e descer escada, dentre outras. Apesar da alta incidência, os mecanismos e causas ainda são pouco compreendidos. Teoriza-se que o déficit dos músculos do quadril contribui para o desenvolvimento da SDP e alteração do controle postural. **Objetivo:** Comparar o controle postural estático e dinâmico em mulheres com e sem a síndrome patelofemoral. O objetivo secundário é verificar a correlação do controle postural com a força dos músculos do quadril no grupo SDP. **Métodos:** Foram avaliadas 50 mulheres divididas em dois grupos: Síndrome da dor patelofemoral (SDP) (n=25) e Controle (GC) (n=25). O controle postural estático e dinâmico foram avaliados na plataforma de força *Balance Master Neurocom System*, utilizando dois testes: a) apoio unipodal (estático) b) subir/descer um degrau (dinâmico) para a mensuração do centro de pressão. As forças isométricas dos músculos extensores, abdutores e rotadores laterais do quadril foram avaliados com o dinamômetro manual; a dor com a escala visual analógica (EVA) e a funcionalidade pela escala de atividades de vida diária (EAVD). No Grupo SDP foi avaliado o membro sintomático ou o mais sintomático para a SDP bilateral, e no controle o membro dominante. **Resultados:** O grupo da SDP apresentou déficit do controle postural estático em relação ao controle, com maior oscilação do COP no apoio unipodal: área [$4,92 \pm 1,54$ vs $3,55 \pm 1,07$], deslocamento ântero-posterior [$3,49 \pm 0,60$ vs $3,10 \pm 0,93$], deslocamento médio-lateral [$2,22 \pm 0,32$ vs $1,9 \pm 0,44$], velocidade total [$8,41 \pm 1,43$ vs $7,24 \pm 1,20$], velocidade ântero-posterior [$7,75 \pm 1,33$ vs $6,53 \pm 1,15$] com diferença estatisticamente significativa ($p < 0.05$). No controle dinâmico apresentou maior oscilação: área [$155,23 \pm 23,94$ vs $137,94 \pm 25,82$], deslocamento médio-lateral [$32,3 \pm 5,5$ vs $21,7 \pm 2,7$] e velocidade médio-lateral [$22,2 \pm 2,05$ vs $17,0 \pm 1,6$] e ($p < 0.05$). O grupo SDP apresentou força isométrica diminuída para os músculos extensores, abdutores, rotadores laterais do quadril ($p < 0.05$) comparado ao grupo controle. No controle postural dinâmico do grupo SDP foi encontrada correlação positiva do deslocamento e velocidade ântero-posterior com os músculos extensores do quadril [$r = 0,42$ e $0,54$]. **Conclusão:** Indivíduos com a síndrome da dor patelofemoral apresentam déficit do controle postural estático e dinâmico, da força dos extensores, abdutores e rotadores laterais do quadril. O déficit de força dos extensores do quadril foi associado ao aumento da oscilação do COP no controle dinâmico.

Descritores: Equilíbrio postural; Síndrome da dor patelofemoral; Joelho; Dinamômetro de força muscular; Quadril; Fisioterapia; Mulheres.

ABSTRACT

Carvalho e Silva APMC. *Evaluation of static and dynamic postural control in patellofemoral syndrome* [dissertation]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2014.

Background: Patellofemoral pain syndrome (PFP) is one of the most common musculoskeletal conditions of anterior knee pain. It is characterized by pain and crepitus during daily functional activities such as squatting, going up and down stairs and others activities. Despite the high incidence, the mechanism and causes are poor understood. It is theorized that the deficit of the hip muscles contributes to the development of the PFP and changes in postural control. **Objective:** To compare the static and dynamic postural control in females with and without patellofemoral pain syndrome and secondary objective was to verify the correlation of postural control with hip strength muscles in PFP group. **Methods:** Fifty females were divided on two groups: patellofemoral pain syndrome (PFP) (n = 25) and Control (CG) (n =25). The static and dynamic postural control was assessed on the Balance Master force Neurocom System platform, using two tests: a) one single leg (static) b) step up/down (dynamic) for the measurement of pressure center. The isometric strength of the hip extensor muscles, abductors and external rotators were assessed with hand-held dynamometer; pain with a visual analogue scale (VAS); the functionality by the activities daily life scale (ADLS). In PFP was evaluated symptomatic or more symptomatic for bilateral and the dominant limb for control group. **Results:** The PFP group showed deficits in static postural control compared to control group, with greater COP oscillation on the leg support : area [4.92 ± 1.54 vs 3.55 ± 1.07], anterior-posterior displacement [3.49 ± 0.60 vs 3.10 ± 0.93], medial-lateral displacement [2.22 ± 0.32 vs 1.9 ± 0.44], total velocity [8.41 ± 1.43 vs 7.24 ± 1.20], anterior-posterior velocity [7.75 ± 1.33 vs 6.53 ± 1.15] was statistically significant (p <0,05). In dynamic control showed greater COP oscillation: area [155.23 ± 23.94 vs 137.94 ± 25.82], medial-lateral displacement [32.3 ± 5.5 vs. 21.7 ± 2.7] medial-lateral velocity [22.2 ± 2.05 vs 17.0 ± 1.6] and (p <0.05). The PFP group had decreased in hip isometric strength of the extensors abductors, lateral rotators muscles, compared to the control group (p < 0.05). The PFP group showed a positive correlation of anterior-posterior displacement and velocity with the hip extensor muscles [r = 0.42 and 0.54]. **Conclusion:** Females with patellofemoral pain syndrome have deficit in static and dynamic postural control; hip extensors, abductors and external rotators strength. The deficit of the hip extensor muscle was associated with increased oscillation in the dynamic control of COP.

Descriptors: Postural balance; Patellofemoral pain syndrome; Knee; Muscle strength dynamometer; Hip; Physical therapy specialty; Women.

1. INTRODUÇÃO

A síndrome da dor patelofemoral (SDP) é uma das condições musculoesqueléticas mais comuns de dor no joelho ^{1,2}. É definida como uma queixa dolorosa na região anterior do joelho, embora a dor peripatelar e/ou retropatelar estejam presentes ³. É exacerbada durante atividades funcionais diárias que aumentam a força compressiva na articulação patelofemoral, tais como: ao agachar, subir e descer escadas, saltar, correr, subir em superfícies inclinadas e ao permanecer muito tempo sentado ^{4,5}. Essa síndrome acomete, principalmente, adultos jovens sendo eles atletas ou sedentários, com incidência de 2,2 maior para o gênero feminino ^{6,7}.

Apesar de representar aproximadamente um quarto das condições de joelho tratadas clinicamente em centros especializados de ortopedia e medicina esportiva ⁸, sua etiologia e fatores são poucos compreendidos ^{4,6,9}. A hipótese comumente aceita para o desenvolvimento da síndrome baseia-se no aumento do estresse sobre o joelho, devido ao deslocamento lateral excessivo da patela na tróclea femoral e o aumento de forças compressivas na articulação ¹⁰⁻¹².

A literatura relata alguns fatores de risco estáticos e dinâmicos, tais como: encurtamentos dos isquiotibiais ^{6,13,14}, gastrocnêmio ^{6,13}, trato iliotibial ¹³, quadríceps femoral ^{6,13}, pronação excessiva do pé ^{15,16}, aumento do ângulo quadricipital ¹⁷, anteversão femoral ¹³, frouxidão ligamentar ⁶, hiper mobilidade patelar ⁶ e principalmente as fraquezas e/ou desequilíbrios musculares do joelho e do quadril ^{13,18,19}.

Os estudos ²⁰⁻²⁶, por muito tempo, focaram-se na avaliação da estabilização dinâmica fornecida pelos músculos quadricipitais, principalmente

pelos músculos vasto medial, porção oblíqua (VMO) e o vasto lateral (VL) ²⁰⁻²⁶. Sugere-se que a redução na capacidade da produção da força e/ou o atraso na ativação do VMO causaria um déficit na atividade do VMO em relação ao VL, levando ao tracking anormal com maior deslocamento lateral da patela ^{21,26} na tróclea femoral. Todavia, ainda há controvérsias, visto que alguns estudos não observaram diferença no tempo de ativação destes músculos ^{20,24,27}.

Estudos cinemáticos observaram que os estabilizadores dinâmicos mais proximais à articulação do joelho possuem também importante influência na cinemática da articulação patelofemoral ^{10,27,28}. Estes revelam por meio de ressonância magnética que a cinemática da articulação patelofemoral é diferente na atividade de cadeia cinética aberta (CCA) em relação à cadeia cinética fechada (CCF) ^{10,25,28}. Powers et al. e Power et al. ^{10,27} observaram que em CCA a patela desloca-se lateralmente em relação ao fêmur, enquanto na atividade de CCF em mulheres com sintomas de instabilidade patelar durante o agachamento unipodal, o fêmur roda medialmente e a patela permanece estática, sugerindo o movimento do fêmur sob a patela na atividade.

Posteriormente, o estudo de Souza et al. ²⁸ confirmou que na SDP o movimento excessivo de rotação medial do fêmur mantém a patela em posição de lateralização. Esses achados contribuíram para a confirmação da hipótese que a fraqueza da musculatura do quadril está relacionada com alterações mecânicas do membro inferior e com o aumento do valgo dinâmico do joelho - adução e rotação medial do fêmur – durante as atividades funcionais e consequentemente contribui para o desenvolvimento da SDP ^{10,18,29,30}.

Estudos recentes ^{31,32} descrevem que a fraqueza dos músculos do quadril pode ser uma das variáveis preditoras e de fatores de risco associados

à SDP. O estudo de Prins & Wurf ³² refere forte evidência da fraqueza dos músculos do quadril, principalmente dos abdutores, rotadores laterais e extensores. Chichanowski et al. ³³ reportam que atletas com a SDP apresentam diminuição global da musculatura do quadril, com exceção dos adutores. Corroborando com esses achados, Dierk et al. ²⁹ e Ireland et al. ³⁴ observaram também déficit dos músculos abdutores e rotadores laterais do quadril. Semelhante, Magalhães et al. ³⁰ observaram fraqueza dos músculos extensores, abdutores, rotadores laterais e flexores do quadril nas mulheres com a SDP unilateral.

A fraqueza desses músculos pode levar à falta de controle adequado do quadril, resultando no déficit do controle postural ^{6,35-42}. O controle postural é um importante requisito para realização das atividades diárias ⁴³. Este depende da habilidade e manutenção do centro de gravidade dentro da base de suporte, tanto na posição estática, como durante o movimento ^{44,45} e necessita da integração dos sistemas vestibular, neuromuscular e musculoesquelético ^{46,47}.

O sistema musculoesquelético é responsável pela ativação dos músculos para realizar determinado movimento; a fadiga ou fraqueza muscular, principalmente associada à dor, poderia resultar no déficit do equilíbrio ^{39,40,47,48}. Os músculos do quadril, principalmente os extensores e abdutores, são responsáveis pelo controle da oscilação ântero-posterior e médio-lateral da pelve no plano frontal e sagital ^{49,50}. Desta forma, o quadril desempenha um papel importante na estabilização do tronco e da pelve, mantendo um alinhamento adequado da extremidade inferior ¹⁰ durante atividades funcionais ^{10,49,50}. A produção de torque desses músculos é essencial para minimizar a

aceleração do centro de massa corpórea em respostas a perturbações ântero-posterior e médio-lateral ^{39,49}.

Uma das formas de estudar o controle postural é avaliar a oscilação do indivíduo na posição ereta utilizando a medida do centro de pressão (COP). O COP representa a resultante da força vertical sobre a base de suporte, que pode ser decomposta em oscilação ântero-posterior e médio-lateral ⁵¹.

A alteração do equilíbrio por fadiga ou fraqueza muscular já foi objeto de alguns estudos ^{39,40,42,52-54}. Mulheres com fraqueza e fadiga dos músculos do quadril têm apresentado maiores dificuldades para completar tarefas na plataforma de força ^{40,42}. Citaker et al. ⁴⁰ observaram maior oscilação postural em indivíduos com SDP durante o apoio unipodálico, corroborando, outros estudos ^{52,53}, em indivíduos saudáveis, relatam que a fadiga dos músculos do quadril resulta no aumento da velocidade de excursão do centro de pressão e consequentemente no déficit do equilíbrio no plano sagital e frontal. Miller e Bird ⁵⁵ verificaram que os músculos proximais à articulação do quadril em comparação aos distais, possuem influência maior na manutenção da oscilação corporal, demonstrando a importância dos músculos do quadril no controle do COP em indivíduos assintomáticos. Essa influência foi confirmada por Chang et al. ⁵⁶ que observaram associação entre força dos músculos abdutores do quadril e o equilíbrio lateral em mulheres adultas; e por Lee et al. ³⁹ que encontraram alteração no COP médio-lateral durante atividade de descer o degrau nas mulheres com fraqueza do músculo glúteo médio.

Portanto, mulheres com a SDP podem apresentar fraqueza dos músculos do quadril e consequentemente alteração no equilíbrio estático e dinâmico; porém poucos estudos ^{39,40,54} avaliaram o equilíbrio nessa

população. Além disso, parece haver uma associação entre diminuição da força dos músculos do quadril e déficit do controle postural, entretanto, até o presente momento, os estudos que correlacionam força muscular do quadril com o equilíbrio postural no plano sagital e frontal, são escassos. Dessa forma, pouco se sabe sobre a oscilação do centro de pressão médio-lateral e ântero-posterior nas atividades diárias e a relação da força dos músculos do quadril em indivíduo com SDP. Esse conhecimento pode contribuir principalmente para direcionar o tratamento na SDP.

2. OBJETIVOS

Objetivo principal

Comparar o controle postural estático e dinâmico em indivíduos com e sem a síndrome da dor patelofemoral durante atividade funcional.

Objetivo secundário

Comparar a força isométrica dos músculos extensores, abdutores, rotadores laterais do quadril em indivíduos com e sem síndrome da dor patelofemoral. E verificar a correlação do controle postural estático e dinâmico com a força dos músculos do quadril na síndrome da dor patelofemoral.

3. CASUÍSTICA E MÉTODOS

3.1. Modelo de pesquisa

Estudo observacional tipo caso e controle

3.2. Local

A pesquisa foi realizada no Centro de Docência e Pesquisa (CDP) do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional (FOFITO) da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP). As avaliações foram realizadas no Laboratório de Investigação Fisioterapêutica Clínica e Eletromiografia.

3.3. População e amostra

Participaram do estudo 50 indivíduos do sexo feminino de 18 a 35 anos, divididos em dois grupos: Grupo Síndrome da dor patelofemoral (SDP; n =25) e Grupo Controle (GC; n=25). As participantes foram recrutadas por e-mail e panfletos divulgados na Universidade de São Paulo. Foram contatadas, por meio de ligação telefônica, 41 mulheres para o grupo SDP e 33 para o grupo GC. Foram elegíveis para a avaliação clínica inicial 30 mulheres com SDP e 27 para o grupo CG. Resultando em 25 participantes com diagnóstico clínico da síndrome da dor anterior no joelho e 25 participantes sem dor no joelho e que preenchem todos os critérios (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma de seleção da amostra

Os critérios de inclusão para o grupo com SDP foram: história progressiva de dor anterior no joelho unilateral ou bilateral há pelo menos três meses, presença de dor mínima de 3 na escala visual analógica (EVA) no último mês, presença de dor em pelo menos três das seguintes atividades: agachar, subir e descer escadas, saltar, correr, ajoelhar, ao permanecer com joelhos flexionados por tempo prolongado (sinal do cinema), ao realizar a extensão isométrica máxima do joelho a 60 graus de flexão; dor à palpação da faceta lateral e medial da patela de acordo com Thomee ⁴. Foram incluídas no GC mulheres com ausência de história de dor nos membros inferiores e em qualquer dos testes funcionais descritos acima.

Os critérios de exclusão para ambos os grupos foram: apresentar qualquer outra condição associada ao joelho: instabilidade patelar, cirurgia prévia, lesão ligamentar ou meniscal, osteoartrite tibiofemoral e tendinopatia; histórias de cirurgias prévias no quadril, joelho e tornozelo, deslocamento traumático patelar, patologias neurológicas, uso de anti-inflamatório, artrite reumatóide, doença neurológica; gravidez, índice de massa corporal acima de 28 Kg/m² e praticar atividade física por mais de duas vezes por semana.

Todos os indivíduos foram orientados em relação à participação na pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido de acordo com a lei 196 de 10 de outubro de 1996 (Anexo 1). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (CEP-FMUSP) conforme o protocolo de pesquisa nº153/11 (Anexo 2).

3.4. Cálculo amostral

O cálculo amostral foi realizado esperando encontrar uma diferença de 11 mm na oscilação do centro de pressão (COP) entre os grupos na oscilação médio-lateral e considerando que a variabilidade do COP em mulheres com a dor patelofemoral é 13 mm, com 80% do poder estatístico e grau de confiança de 95%, a amostra necessária para realização do estudo foi 23 mulheres em cada grupo ³⁹.

3.5. Materiais

- Plataforma de Força – Balance Master - NeuroCom International Inc., 2002;
- Dinamômetro digital manual da marca Lafayette Instrument Co, Lafayette, IN
- Goniômetro universal de acrílico Carci®
- Maca;
- Cintos para estabilização
- Ficha de avaliação (Anexo 3)
- Questionário de Atividade de Vida Diária (EAVD) (Anexo 4)

3.6. Procedimentos

Inicialmente, foram realizados os testes clínicos do joelho de Gaveta anterior e posterior, Lachamn, Appley, stress em varo e valgo para descartar qualquer possibilidade de instabilidade ou lesão. Após, houve a coleta dos dados antropométricos (idade, altura, peso), intensidade da dor, duração da dor e aplicação do questionário de capacidade funcional nas atividades diárias (Anexo 3 e 4).

Na sequência foi realizada a avaliação do controle postural estático na plataforma de força NeuroCom Internacional Balance Master® com o teste de apoio unipodálico e em seguida o teste dinâmico de subir e descer o degrau. Após 30 minutos de descanso, foi aferida a força isométrica máxima dos músculos extensores do joelho; extensores, abdutores e rotadores laterais do quadril.

No Grupo SDP foi avaliado o membro sintomático ou o mais sintomático para a SDP bilateral e no controle o membro dominante.

3.6.1 Características clínicas

A dor foi mensurada pela Escala Visual Analógica (EVA), graduando a dor de 0 a 10, sendo o 0 correspondendo “sem dor” e 10 a “pior dor imaginável”⁵⁷. A escala numérica de dor tem mostrado validade e reprodutibilidade^{58,59}.

A avaliação funcional durante atividades diárias do joelho foi avaliada pela Escala de Atividades de Vida Diárias (EAVD). Essa escala contém 14 itens que avaliam a capacidade funcional dos indivíduos em diferentes

atividades diárias. Cada item é baseado em seis pontos sendo a pontuação total de 70 pontos, transformada em uma escala de 0 a 100. A maior pontuação indica que o indivíduo não possui nenhuma dificuldade para realizar a tarefa e a menor representa incapacidade funcional. O Instrumento foi validado para a língua portuguesa com boa reprodutibilidade e validade nos pacientes com SPF^{60,61} (Anexo 3 e 4).

O ângulo quadricipital (ângulo Q) foi avaliado com o goniômetro universal da marca Carci. O indivíduo foi posicionado em decúbito dorsal com os joelhos estendidos e os pés alinhados com a espinha ilíaca ântero-posterior (EIAS) para determinar o ângulo formado no cruzamento das linhas traçadas da EIAS ao centro da patela e do centro da patela à tuberosidade anterior da tíbia. O centro da patela foi determinado pelo ponto de intersecção entre as distâncias do ápice à base da patela com as bordas mediais e laterais, com o uso da fita métrica^{13,62}. A medida do ângulo Q demonstrou moderada confiabilidade em sujeitos com a SDP⁶².

3.6.2 Avaliação do controle postural

A plataforma de força NeuroCom Internacional Balance Master® com quatro sensores foi utilizada para avaliar o controle postural estático e dinâmico na atividade de apoio unipodálico e de subir/descer um degrau, respectivamente.

Teste do apoio unipodálico

O apoio unipodal avaliou o equilíbrio estático, que consiste na análise da oscilação corporal em superfície estável por 10 segundos. Os indivíduos realizaram os testes com os pés descalços, joelho estendido do membro avaliado e do contralateral flexionado a 20°, braços ao longo do corpo. Inicialmente foi realizado um teste de treinamento para familiarização com o procedimento e equipamento. Após 5 minutos, realizaram-se três repetições com repouso de um minuto entre as tentativas sendo considerado o valor médio. Menores pontuações indicam melhor controle do balanço postural (Figura 2) ^{40,63}.

Figura 2 – Teste de apoio unipodálico

Teste subir/descer degrau

Após 5 minutos de descanso do teste unipodálico, as voluntárias posicionaram seus pés descalços atrás do degrau, sobre uma linha padrão mantendo os braços ao longo do corpo, enquanto aguardavam o estímulo visual no monitor do computador para iniciar o teste (Figura 3 e 4). Durante o teste foram instruídas a realizarem a atividade na velocidade confortável, como se estivessem no seu dia-a-dia. Caso fosse necessário, foi permitido movimentar os braços para manter o equilíbrio. A altura do degrau foi padronizada em 20 cm e colocada sobre a plataforma de força calibrada. Após 5 minutos, realizaram três repetições com repouso de um minuto sendo considerado o valor médio.

Figura 3. Posição inicial do teste de subir/descer degrau

Figura 4. Posicionamento ao subir/descer o degrau

3.6.3. Avaliação da força muscular

A força isométrica máxima da musculatura extensora do joelho, abdução, extensora e rotadora lateral do quadril foi avaliada com o *Nicholas handheld* dinamômetro calibrado (Lafayette Instrument Company, Lafayette, IN, USA). Este instrumento tem demonstrado medidas de confiabilidades intra e inter avaliadores de boas a excelentes na SDP^{13,64}. Foram utilizadas faixas inelásticas para posicionar o dinamômetro com a finalidade de evitar a influência da força exercida pelo avaliador ao pressionar o instrumento durante o teste^{34,65}.

A força muscular dos abdutores do quadril foi avaliada com a voluntária posicionada em decúbito lateral. O membro a ser avaliado foi posicionado em posição neutra de quadril e joelhos estendidos. O membro não avaliado, a 45°

de flexão de quadril e joelho. O centro do dinamômetro foi posicionado no côndilo femoral lateral e estabilizado por uma cinta inelástica (Figura 5) ¹⁹.

Figura 5. Força isométrica máxima dos músculos abdutores do quadril

A musculatura extensora do quadril foi avaliada em decúbito ventral. O membro avaliado posicionado em ligeira rotação lateral e extensão de 10° do quadril, mantendo o joelho com flexão de 90°, enquanto o membro não avaliado permanecia em extensão completa. O dinamômetro fixado na região posterior da coxa a cinco cm acima da interlinha articular do joelho (Figura 6)

30,66,67

Figura 6. Força isométrica máxima dos músculos extensores do quadril

Os rotadores laterais do quadril foram avaliados em decúbito ventral, joelhos flexionados a 90° e posição do quadril em neutra. O centro do dinamômetro posicionado um cm acima do maléolo medial e fixado pela cinta (Figura 7)

13,62,68

Figura 7. Força isométrica máxima dos rotadores laterais do quadril

A ordem da avaliação dos grupos musculares foi aleatorizada pelo *Random Allocation Software*. Antes dos testes de todos os músculos, as voluntárias foram instruídas verbalmente e foi solicitada uma contração submáxima para familiarização com o procedimento. Após, foram realizadas duas contrações voluntárias máximas para cada grupo muscular e utilizada a média destas para análise estatística. Cada contração foi mantida por 5 segundos com 30 segundos de repouso entre as repetições. O repouso entre os grupos musculares foi padronizado em um minuto.

3.7. Análise estatística

Os dados brutos dos testes apoio unipodálico e subir/descer o degrau passaram por rotina em ambiente Matlab 7.0.1 software (The Mathworks, USA) para o cálculo e análise das variáveis do COP: área de deslocamento, amplitude de deslocamento médio-lateral e ântero-posterior; velocidade média total (VM), velocidade média do deslocamento ântero-posterior e médio-lateral. Valores mais altos significam pior controle postural.

As medidas da força muscular aferida pelo dinamômetro manual foram usadas para o cálculo do torque: Força (N) X braço de alavanca (m). A porcentagem do torque normalizado foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{Torque normalizado (\%)} = [\text{torque (Nm)}/\text{peso (N)} \times \text{altura(m)}] \times 100^{69}$$

O teste de Kolmogorov-Smirnov verificou a normalidade da distribuição dos dados. O Test t independente foi utilizado para a comparação entre os grupos para os dados demográficos, força muscular e as variáveis do COP.

O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para verificar a relação entre a força dos abdutores, extensores e rotadores laterais do quadril; do grupo SDP (variáveis independentes) com as variáveis do COP (variável dependente).

A correlação entre as variáveis independente (força) e dependente (variáveis do COP) foram interpretadas usando o seguinte guia: <0,4 =baixa; 0,4-0,7 =boa; > 0,7 =alta⁷⁰. Toda a estatística foi realizada usando o software SigmaStat 3.5 (Systat Software, Inc., Germany) assumindo um valor de significante de 5%.

4. RESULTADOS

4.1. Caracterização da amostra

A Tabela 1 apresenta os dados demográficos e as características clínicas dos grupos síndrome da dor patelofemoral e controle. Observa-se que os grupos são homogêneos nas variáveis antropométricas.

Tabela 1. Características demográficas e clínicas do Grupo com a Síndrome da dor patelofemoral e Controle

	SDP (n = 25)	GC (n = 25)
	Média (DP)	Média (DP)
Idade (anos)	25,26 ± 6,6	24,1 ± 4,0
Peso (kg)	60,9 ± 10,2	58,8 ± 7,0
Altura (cm)	163 ± 8,0	163,3 ± 5,0
Tempo de dor (meses)	34,1 ± 23,3	NA
Dor (EVA: 0 - 10)	5,6 ± 1,6	NA
Capacidade Funcional (EAVD: 0 – 100)	74,4 ± 7,2	NA
Ângulo Q*	18,3 ± 4,7	15,25 ± 3,57

Abreviações: EVA. Escala Visual Análoga de Dor; EAVD, Escala de Atividade da Vida Diária; NA Indica que não se aplica. * $p < 0,05$ no teste – t de Student.

Os dados estão expressos em média e desvio padrão

4.2. Comparações inter-grupos

4.2.1 Controle postural estático no apoio unipodal

A Tabela 2 mostra os dados da área, do deslocamento e velocidade da oscilação total, ântero-posterior e médio-lateral do centro de pressão no teste de apoio unipodal, nos dois grupos.

Observa-se que o grupo com a síndrome da dor patelofemoral apresentou maior área, deslocamento ântero-posterior e médio lateral, assim como maior velocidade total e ântero-posterior no teste de apoio unipodal, com diferença estatisticamente significativa ($P<0,05$), quando comparado ao grupo controle.

Tabela 2. Média e desvio-padrão da área, do deslocamento e velocidade da oscilação total, médio-lateral e ântero-posterior do centro de pressão nos dois grupos no teste de apoio unipodal.

Controle Postural Estático	SDP (n=25)	GC (n=25)	p valor
Área	4,92 ± 1,54	3,55 ± 1,07	0,001*
Deslocamento Ântero-Posterior	3,49 ± 0,60	3,10 ± 0,93	0,010*
Deslocamento Médio-Lateral	2,22 ± 0,32	1,9 ± 0,44	0,002*
Velocidade Total	8,41 ± 1,43	7,24 ± 1,20	0,003*
Velocidade Ântero-Posterior	7,75 ± 1,33	6,53 ± 1,15	0,001*
Velocidade Médio-Lateral	2,51 ± 0,49	2,41 ± 0,73	0,217

Dados de deslocamento estão expressos em milímetro; área em mm². A velocidade expressa em milímetro/segundos

* $p < 0,05$ no teste – t de Student.

4.2.2 Controle postural dinâmico ao subir/descer degrau

A Tabela 3 demonstra os valores do deslocamento e a velocidade total, ântero-posterior e médio-lateral do centro de pressão no teste de subir e descer o degrau. Observa-se maior área e deslocamento médio-lateral, assim como, maior velocidade médio-lateral no grupo com a síndrome da dor patelofemoral, com diferença estatisticamente significativa ($P<0,05$).

Tabela 3. Média e desvio-padrão do deslocamento e velocidade da oscilação total, ântero-posterior e médio-lateral do centro de pressão nos dois grupos no teste de subir e descer o degrau.

Controle Postural Dinâmico	SDP (n=25)	Controle (n=25)	p valor
Área	155,23 ± 23,94	137,94 ± 25,82	0,005*
Deslocamento Ântero-Posterior	61,0 ± 5,9	60,7 ± 6,0	0,871
Deslocamento Médio-Lateral	32,3 ± 5,5	21,7 ± 2,7	<0,001*
Velocidade Total	45,5 ± 2,9	44,4 ± 2,1	0,163
Velocidade Ântero-Posterior	36,7 ± 2,9	35,3 ± 1,8	0,087
Velocidade Médio-Lateral	22,2 ± 2,05	17,0 ± 1,6	0,001*

Dados de área deslocamento estão expressos em cm² e milímetros respectivamente. A velocidade expressa em milímetro/segundos; * $p<0,05$ no teste – t de Student.

4.2.3 Comparação da força dos músculos do quadril

A Tabela 4 compara a força dos músculos extensores, abdutores e rotadores laterais do quadril. Observa-se diminuição da força muscular do grupo com a síndrome da dor patelofemoral para todos os músculos ($p < 0,05$) em relação ao grupo controle; indicando fraqueza muscular.

Tabela 4. Comparação da força isométrica dos músculos do quadril entre os grupos, apresentados em média e desvio padrão.

Torque normalizado dos músculos do quadril	SDP (n=25)	Controle (n=25)	<i>p</i> valor
Extensores	8,6 ± 3,4	12,8 ± 5,3	0,002 *
Abdutores	13,9 ± 5,5	18,7 ± 6,2	0,001 *
Rotadores Laterais	8,0 ± 2,4	9,2 ± 2,6	0,004 *

Dados de torque normalizado apresentados em porcentagem

* $p < 0,05$ no teste – t de Student.

4.3. Correlações

4.3.1 Correlação do controle postural estático e força dos músculos do quadril no grupo SDP

O grupo com a dor Patelofemoral apresentou baixa a correlação entre as variáveis do controle postural estático e força dos músculos do quadril ($r < 0.4$).

Tabela 5. Correlação entre o controle postural estático e a força dos músculos do quadril no grupo SDP

SDP (n=25)	Extensores do quadril		Abdutores do quadril		Rotadores laterais do quadril	
	r	p valor	r	p valor	r	p valor
Área	-0,36	0,08	-0,01	0,43	-0,37	0,07
Deslocamento Antero-Posterior	0,01	0,94	0,18	0,38	-0,14	0,52
Deslocamento Médio-Lateral	-0,21	0,31	-0,01	0,94	-0,31	0,14
Velocidade Total	-0,07	0,72	0,02	0,89	-0,30	0,15
Velocidade Antero-Posterior	-0,03	0,88	0,18	0,37	-0,18	0,39
Velocidade Médio-Lateral	-0,30	0,15	0,17	0,41	-0,29	0,16

r = índice de correlação

4.3.2 Correlação do controle postural dinâmico e força dos músculos do quadril na SDP

No grupo com a dor patelofemoral, o deslocamento e velocidade ântero-posterior apresentaram boa correlação positiva ($r > 0.4$) com a força dos músculos extensores do quadril na atividade de subir e descer o degrau (Tabela 6). As demais correlações foram baixa ($r < 0.4$).

Tabela 6. Correlação entre o controle postural dinâmico e a força dos músculos do quadril no grupo SDP

SDP (n=25)	Extensores do quadril		Abdutores do quadril		Rotadores laterais do quadril	
	r	p valor	R	p valor	r	p valor
Área	-0,18	0,39	0,07	0,73	-0,12	0,59
Deslocamento Ântero-Posterior	0,42	0,04	0,17	0,44	0,14	0,52
Deslocamento Médio-Lateral	-0,15	0,48	0,39	0,07	-0,17	0,44
Velocidade Total	0,37	0,08	0,13	0,55	-0,12	0,58
Velocidade Ântero-Posterior	0,54	0,01	-0,00	0,99	-0,02	0,93
Velocidade Médio-Lateral	-0,11	0,60	0,32	0,13	-0,20	0,34

r = índice de correlação

5. DISCUSSÃO

O objetivo primário do estudo foi comparar o controle postural estático e dinâmico em indivíduos com e sem a síndrome da dor patelofemoral e o objetivo secundário foi comparar a força dos músculos do quadril em indivíduos com e sem a síndrome da dor patelofemoral e analisar no grupo sintomático a relação da força muscular com o controle estático e dinâmico. O Grupo SDP apresentou no controle postural estático, maior deslocamento da área ântero-posterior e médio lateral; maior velocidade total e ântero-posterior. No controle postural dinâmico observou-se maior deslocamento e velocidade médio-lateral. Os músculos extensores, abdutores e rotadores laterais apresentaram déficit de força, porém somente os músculos extensores do quadril apresentaram correlação positiva com o deslocamento e velocidade ântero-posterior no controle postural dinâmico.

Comparação da força do quadril

A relação entre a força muscular do quadril e a SDP tem sido bastante investigada ^{18,29,30,34,66,71-73}, demonstrando a influência dos estabilizadores dinâmicos do fêmur na articulação patelofemoral ^{10,12,18,25,28,68}. A fraqueza dos músculos extensores, rotadores laterais e abdutores do quadril levariam a uma alteração da biomecânica do quadril, resultando no aumento da força de compressão da articulação patelofemoral ^{25,74,75}.

Nossos resultados mostram que mulheres com a SDP apresentam déficit de 32% de força para os músculos extensores do quadril, 25,6% para os

abdutores do quadril e 13% para os rotadores laterais do quadril comparados ao grupo assintomático. Estudos que quantificaram a força muscular na SDP com o uso do dinamômetro manual observaram a diminuição de força de contração isométrica ^{18,29,30,64,76-78}. Corroborando com nossos achados, Magalhães et al.³⁰ observaram déficit superior a 15% para os músculos abdutores, extensores e rotadores laterais do quadril nas mulheres sedentárias com SDP unilateral. Moradi ⁷⁸ encontraram na SDP bilateral fraqueza dos músculos do quadril de 31% a 52%. Ireland et al.³⁴ e Bolgia et al.¹⁸, relatam déficit 26 % para os músculos abdutores e superior a 24% para os rotadores laterais, enquanto, Dierks et al. ²⁹ déficit de 10% para os abdutores e rotadores laterais do quadril. Cichanowski et al. ³³, encontraram fraqueza global para os músculos do quadril, exceto para os adutores em atletas. Todos esses estudos são apoiados por recentes revisões sistemáticas ^{31,32} que relatam déficits dos músculos abdutores, extensores e rotadores laterais do quadril na SDP. Entretanto, há estudos que não observaram diminuição da força dos músculos do quadril na SDP em relação aos assintomáticos ^{13,79}.

Os estudos de coorte que analisaram a força dos músculos do quadril na SDP são escassos e controversos. Boling et al. ⁷⁰ e Finnoff et al.⁸⁰, relatam que há relação entre maior força dos músculos rotadores laterais com risco para o desenvolvimento da SDP. O estudo de Finnoff et al. ⁸⁰ também observou essa relação com os músculos abdutores do quadril e maior relação abdutores-adutores. Enquanto Thijs et al. ⁸¹ em um estudo retrospectivo não encontraram a força dos músculos do quadril como fator de risco para o desenvolvimento da SDP.

Essas investigações nos faz questionar se o déficit da força dos músculos do quadril seria consequência da dor no joelho e não um fator casual da SDP, entretanto nossos resultados e revisões sistemáticas recentes de estudos transversais ^{31,32} afirmam que a fraqueza da musculatura do quadril está presente na SDP.

4.2.1 Controle postural estático no apoio unipodálico e a correlação com a força muscular do quadril

A habilidade de manter o controle postural unipodal é frequentemente usada como método para determinar diferenças clínicas entre indivíduos saudáveis e aqueles que apresentam lesões musculoesqueléticas dos membros inferiores⁸²⁻⁸⁴.

Nosso estudo aponta para um prejuízo no controle postural nas mulheres com a síndrome da dor patelofemoral. Observamos que essas apresentaram maior deslocamento da área, ântero-posterior e médio-lateral do centro de pressão, assim como, maior velocidade total e ântero-posterior em comparação ao grupo assintomático.

Na literatura, vários estudos relatam déficit do equilíbrio em lesões que acometem a articulação do joelho ^{85,86}, porém são escassos os estudos que avaliaram o controle postural estático na SDP. Corroboram com nossos achados, Citaker et al. ⁴⁰ observaram que mulheres com a SDP unilateral apresentam maior instabilidade postural. Entretanto utilizaram pontuações em graus e linha de corte estabelecida pelo equipamento, dificultando comparações mais específicas com os nossos resultados e a literatura.

Sabendo disso, utilizamos uma rotina para extrair a oscilação do COP nas direções ântero-posterior e médio-lateral e assim tornar mais confiável a comparação entre os indivíduos e grupos.

A influência dos músculos do quadril na estabilidade tem sido relatada pela literatura e algumas evidências suportam que há relação entre diminuição de força muscular e déficit do controle postural^{39,40,87}. Miller and Bird⁵⁵ relatam em indivíduos saudáveis que o déficit dos músculos do quadril resulta em diminuição significativa no tempo de estabilidade postural. Dentre os músculos do quadril, os abdutores estão relacionados principalmente com o aumento da amplitude e da velocidade do COP médio-lateral, demonstrando a importância no controle do plano frontal^{39,52,53}, enquanto os extensores do quadril com o controle nos planos sagital e transversal⁸⁸.

Nosso estudo observou essa fraqueza significativa dos músculos extensores, abdutores e rotadores laterais do quadril e também aumento maior que 12 % da oscilação do COP no plano frontal, sagital e da área; e maior que 18% na velocidade total e ântero-posterior nas mulheres SDP comparado ao grupo controle. Isto sugere déficit da estabilidade postural no grupo com diminuição da força dos músculos do quadril.

Corroborando, Lee and Power, 2013⁸⁷ observam que sujeitos saudáveis que apresentavam fraqueza dos músculos abdutores possuem maior oscilação médio-lateral no apoio unipodal, sugerindo uma relação inversamente proporcional entre oscilação e força muscular dos abdutores. Gribble and Hertel⁵² relatam que a fadiga muscular do quadril em 50% aumentou em 83% a velocidade médio-lateral do COP. Entretanto, esses estudos não realizaram a análise de correlação para relatar a associação entre estas variáveis.

Dessa forma, realizamos a análise de correlação para observarmos a influência dos músculos do quadril na estabilidade postural. Embora, aparentemente exista uma associação do déficit postural com a diminuição da força muscular do quadril, não confirmou-se essa hipótese. Não houve correlação significativa entre as variáveis do COP e a força do músculo do quadril ($p>0.05$). Contrário ao nosso trabalho, Chang et al.⁵⁶, relatam associação entre a força dos músculos abdutores do quadril e o aumento da oscilação médio-lateral do COP no apoio unipodal, porém o estudo foi realizado em indivíduos saudáveis.

Encontramos somente uma tendência de correlação negativa entre área de deslocamento com os músculos extensores e rotadores laterais, ou seja, maior área de oscilação estaria associada com menor força, sugerindo a possível influência destes músculos no controle estático. Na literatura são poucos os estudos que analisam a correlação entre ao COP e força muscular.

4.2.1 Controle postural dinâmico no teste de subir/descer o degrau e a correlação com a força muscular do quadril

Nosso estudo mostra que mulheres com a SDP apresentam instabilidade postural dinâmica na atividade de subir/descer o degrau em comparação com o grupo assintomático.

O aumento do deslocamento médio-lateral do COP observado no grupo SDP são consistente com relatos de estudos prévios^{39,54}. Corroborando, Lee et al.³⁹ observaram que indivíduos com a dor anterior no joelho apresentam déficit da estabilidade no plano frontal em relação aos sintomáticos e

apresentam melhora da instabilidade após o uso de cinto inelástico para facilitação do controle do quadril. Isto demonstra a influência da estabilidade do quadril no controle postural dinâmico. Além do aumento de deslocamento, nosso estudo observou também um aumento na velocidade médio-lateral do COP na SDP. Isto pode ter ocorrido para realizar correções posturais em resposta às perturbações devido ao aumento da oscilação do deslocamento médio-lateral e usado como estratégia para completar a tarefa eficientemente.

O aumento da área do COP demonstra aumento da oscilação total. Essa variável é calculada considerando as direções de deslocamento médio-lateral e ântero-posterior do COP ⁵¹, entretanto ao analisar isoladamente, não há diferenças entre os grupos para a variável ântero-posterior, portanto a oscilação médio-lateral tem uma grande influência no controle postural como um todo.

O quadril, especialmente os músculos abdutores, tem sido sugerido como influente no controle das perturbações do plano frontal ao reposicionar o centro de massa ^{89,90}; mesmo sabendo que o déficit dos músculos proximais ao joelho poderia levar a instabilidade postural ^{39,52,53,56}, pela influência exercida no controle do balanço ântero-posterior e médio-lateral, pouco sabemos da relação entre instabilidade dinâmica e força na população com SDP.

Apesar das mulheres neste estudo apresentarem diminuição da força dos músculos abdutores do quadril, não encontramos associação com o aumento da oscilação do COP no plano frontal na SDP. Isso pode ter ocorrido pelo fato de termos avaliado a força muscular isométrica enquanto a análise do controle postural foi dinâmica. Corroborando, Chang et al., 2005 ⁵⁶ não

observaram correlação entre a força isométrica dos abdutores do quadril com a tarefa dinâmica realizada por adultos.

Entretanto, nosso resultado demonstra correlação positiva entre a força do músculo dos extensores com a oscilação e velocidade do COP ântero-posterior no grupo com SDP. O músculo glúteo máximo, principal extensor do quadril, é um dos músculos responsáveis pela estabilidade do plano sagital⁸⁸. Esperávamos uma correlação negativa entre estas variáveis, isto talvez tenha ocorrido pela escolha da tarefa de subir/descer o degrau, onde requer que o corpo mova em direção ântero-superior e ântero-inferior enquanto a descarga de peso é unipodal⁸⁸, ou seja, maior força muscular maior velocidade e deslocamento anterior.

Recente estudo⁹¹ em 3D da cinemática do quadril e joelho documentou a importância do déficit dos músculos extensores na SDP, mostrando a associação entre os extensores do quadril com o movimento do joelho no plano frontal durante atividade dinâmica em cadeia cinética fechada; observaram que a redução da força isométrica está correlacionada com o aumento do valgo do joelho; potencial risco o desenvolvimento da SDP⁷⁰. Dessa forma, o controle e a estabilidade do quadril pelo desempenho dos músculos extensores podem ser cruciais no controle e estabilidade dinâmica na SDP.

Dentre os estudos⁵²⁻⁵⁴ encontrados na literatura, associam a fadiga dos abdutores do quadril com maior instabilidade total e médio-lateral; entretanto, a correlação entre força muscular com a instabilidade postural ainda é pouco investigada na literatura; nosso estudo foi um dos primeiros a analisar essa associação na PFP.

Nosso estudo promove uma compreensão do desempenho da estabilidade postural e a sua relação com a força dos músculos do quadril; e que pode ser considerado na reabilitação clínica.

6. CONCLUSÃO

Mulheres com a síndrome da dor patelofemoral apresentam déficit do controle postural estático e dinâmico; fraqueza dos músculos abdutores, rotadores laterais e extensores do quadril, sendo que este último está associado com oscilação do plano frontal na atividade dinâmica.

ANEXOS

Anexo 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Dados de identificação do sujeito da pesquisa:

Nome do Paciente: _____

RG: _____ Sexo: M ( ) F ( )

Data de Nascimento: ____/____/____

Endereço: _____ nº: _____ apto: _____

Bairro: _____ Cidade: _____

CEP: _____ Telefone: DDD (____) _____

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa que tem como objetivo avaliar o alinhamento postural, a flexibilidade, a força muscular das pernas e o equilíbrio nas atividades diárias,

A avaliação terá duração de aproximadamente 1 hora e será realizada em um único dia. O Sr (a) deverá responder um questionário para avaliar a dor e sua capacidade para fazer as atividades diárias. Em seguida será avaliado o alinhamento postural e flexibilidade das pernas, para isso será usado o goniômetro e inclinômetro (mostrar aparelho) que será colocado sobre as pernas. Após será o equilíbrio postural durante as atividades de agachar, subir e descer escadas, sentar e levantar no equipamento Balance Master (mostrar o equipamento). Por último será avaliada a força da contração muscular dos músculos da perna e do quadril pelo aparelho dinamômetro (mostrar equipamento). Em nenhum momento o Sr (a) sentirá dor e poderá a penas sentir um pequeno desconforto quando realizar as atividades,

Os procedimentos fisioterapêuticos de avaliação envolvidos no estudo serão realizados gratuitamente sem qualquer ônus para a Universidade,

Se tiver alguma dúvida sobre a pesquisa, a qualquer momento poderá ser esclarecida e não é obrigatória a sua participação neste estudo, podendo o senhor (a) desistir a qualquer momento sem que isto traga qualquer tipo de prejuízo,

Declaro que estou ciente dos procedimentos envolvidos na pesquisa "**Avaliação do controle postural estático e dinâmico na síndrome femoropatelar**" e que todos os dados e informações por mim concedidos serão totalmente sigilosos, não sendo revelada de forma alguma a minha identificação,

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar da presente pesquisa,

São Paulo, ____ de _____, 201__

_____
Assinatura do Voluntário

_____
Assinatura do Pesquisador

Responsável pela pesquisa: Amélia Pasqual Marques – Rua Cipotânia, 51 – Cidade Universitária,
Telefone: (011) 3091,7451 Pesquisador: Ana Paula de Moura Campos Carvalho e Silva – Rua
Cipotânia 51, Butantã, São Paulo-SP- Telefone: Celular (011) 65197248

Anexo 2

Aprovação do Comitê de Ética – Faculdade de Medicina da USP

APROVAÇÃO

O Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em **25.05.2011**, após atendimento a diligência encaminhada **APROVOU *ad-referendum*** o Protocolo de Pesquisa nº **153/11**, intitulado: "**Avaliação do controle postural dinâmico e dos fatores preditores da síndrome patelofemoral**", apresentado pelo Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar ao CEP-FMUSP, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa .

Pesquisador (a) Responsável: Amelia Pasqual Marques

Pesquisador (a) Executante: Ana Paula de Moura Campos Carvalho e Silva

CEP-FMUSP, 25 de maio de 2011.

Prof. Dr. Roger Chammas
Coordenador
Comitê de Ética em Pesquisa

Anexo 3

Ficha de Avaliação

Identificação do Paciente:

Data da Avaliação: ____ / ____ / ____

Voluntário Número: _____

Nome do Paciente: _____

Data de Nascimento: ____ / ____ / ____

Idade: _____ anos

Lado Dominante: _____

Dor: ( ) unilateral – ( ) D ( ) E ( ) bilateral

Anamnese:

Queixa/Principal: _____

_____

_____

_____

_____

História da Dor:

_____

_____

_____

_____

Local da Dor:

_____

➤ Escala Visual Analógica (no último mês e no momento):

- **Presença de dor na articulação patelofemoral no último mês?**

( ) sim ( ) não ( ) difusa ( ) Localizada

- Dor no joelho em atividades funcionais:

- ( ) Ao permanecer muito tempo sentada escadas ( ) subir escadas ou descer escadas
 ( ) Agachar por tempo prolongado ( ) Correr
 ( ) ajoelhar-se ( ) contração isométrica de quadríceps
 ( ) praticar esportes

- História de Lesão ou Trauma: ( ) Sim ( ) Não
 Local: _____

Faz uso de Medicamentos: ( ) Sim ( ) Não
 Qual (is): _____

Realiza atividade Física: ( ) Sim ( ) Não
 Modalidade: _____
 Frequência: _____ dias/semana

Realizou alguma cirurgia: ( ) Sim ( ) Não
 Local: _____

Realizou tratamento Fisioterapêutico: ( ) Sim ( ) Não
 Local: _____

Exame físico:

Avaliação Antropométrica:

Peso: _____ Kg Altura: _____ cm

Testes Especiais

Tibiofemoral

	Joelho Direito	Joelho Esquerdo
<i>Stress Valgo</i>	( ) S ( ) N	( ) S ( ) N
<i>Stress Varo</i>	( ) S ( ) N	( ) S ( ) N
<i>Gaveta Anterior</i>	R, Neutra ( ) S ( ) N	R, Neutra ( ) S ( ) N
<i>Gaveta Posterior</i>	R, Neutra ( ) S ( ) N	R, Neutra ( ) S ( ) N
<i>Teste de Lackman</i>	( ) S ( ) N	( ) S ( ) N
<i>Appley</i>	( ) S ( ) N	( ) S ( ) N

Patelofemoral

	Direita	Esquerda
Normal	( ) S ( ) N	( ) S ( ) N
<i>Hipermóvel</i>	( ) S ( ) N	( ) S ( ) N
<i>Hipomóvel</i>	( ) S ( ) N	( ) S ( ) N
<i>Presença de Crepitação</i>	( ) S ( ) N	( ) S ( ) N
<i>Alta</i>	( ) S ( ) N	( ) S ( ) N
<i>Medializada</i>	( ) S ( ) N	( ) S ( ) N
<i>Lateralizada</i>	( ) S ( ) N	( ) S ( ) N
<i>Palpação das facetas</i>	_____	_____
<i>Apreensão/ deslocamento</i>	_____	_____
<i>Teste de Clarke (resistir o mov, da patela ao solicitar a contração do quadríceps)</i>	_____	_____
<i>Teste de Compressão de Noble (TIT)</i>	_____	_____
<i>Sinal da Tecla</i>	_____	_____

Avaliação do alinhamento postural**Medidas do Ângulo Q (deitada):**

➤ MI Direito: _____ graus

MI Esquerdo: _____ graus

Anteversão Femoral

➤ Direita: _____ graus

➤ Esquerda: _____ graus

Avaliação da flexibilidade

	MI Direito		MI Esquerdo	
Quadriceps (Ely)				
Isquiotibiais				
Banda trato/ilio (Ober)				

Avaliação da força muscular

	1ª Repetição	2ª repetição
Extensão do quadril		
Abdução do quadril		
Rotadores Laterais		

Anexo 4

Escala de Atividades de Vida Diária (EAVD)

Paciente: _____

Diagnóstico: _____ Data: _____

Instruções:

O seguinte questionário foi formulado para que você possa demonstrar, os sintomas e limitações que apresenta no joelho enquanto você faz atividades de vida diária. Por favor, **assinale uma única resposta, ou seja, a que melhor descreve esses sintomas e limitações nos últimos um ou dois dias (1 ou 2 dias)**. Para uma mesma pergunta, mais de uma resposta poderia servir, no entanto, assinale apenas aquela que melhor represente as dificuldades sentidas em sua atividade de vida diária,

Sintomas

O quanto cada um desses sintomas afeta sua atividade de vida diária? Marque uma resposta em cada linha,

	Eu não tenho o sintoma	Tenho o sintoma porém não afeta minhas atividades	O sintoma afeta levemente minhas atividades	O sintoma afeta moderadamente minhas atividades	O sintoma afeta extremament e minhas atividades	O sintoma impede realizar qualquer das minhas atividades diárias
Dor						
Rigidez / Travamento						
Inchaço						
Instabilidade (falta de firmeza)						
Fraqueza						
Mancar						

Limitações Funcionais nas Atividades Diárias

Como o seu joelho afeta sua capacidade de ,,,, (marque uma resposta em cada linha)

	Não dificulta	Dificulta minimamente	Dificulta às vezes	Dificulta moderadamente	Dificulta muito	Impede de realizar
Andar?						
Subir escadas?						
Descer escadas?						
Ficar em pé?						
Ajoelhar?						
Agachar-se?						
Sentar com os joelhos dobrados a 90°?						
Levantar de uma cadeira?						

Que nota você daria para a atual função de seu joelho durante suas atividades de vida diária numa escala de 0 a 100? Considere a nota 100 a medida de seu joelho antes da lesão / trauma, e a nota 0 a total incapacidade de realizar qualquer atividade de sua rotina diária,

Nota: _____

Qual das seguintes alternativas melhor descreve as funções gerais de seu joelho durante sua atividade de vida diária? (marcar apenas uma resposta)

- ( ) Normal
- ( ) Quase Normal
- ( ) Anormal
- ( ) Extremamente Anormal

Sua lesão / trauma no joelho afeta sua atividade durante as atividades de vida diária? Classifique seu atual nível de atividade: (marcar apenas uma resposta)

- ( ) Normal
- ( ) Quase Normal
- ( ) Anormal
- ( ) Extremamente Anormal

7. REFERÊNCIAS

1. Price JL. Patellofemoral syndrome: how to perform a basic knee evaluation. *Jaapa*. 2008;21(12):39-43.
2. Wilson T. The measurement of patellar alignment in patellofemoral pain syndrome: are we confusing assumptions with evidence? *J Orthop Sports Phys Ther*. 2007;37(6):330-41.
3. Powers CM. Rehabilitation of patellofemoral joint disorders: a critical review. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1998;28(5):345-54.
4. Thomee R, Augustsson J, Karlsson J. Patellofemoral pain syndrome: a review of current issues. *Sports Med*. 1999;28(4):245-62.
5. McConnell J. Management of patellofemoral problems. *Man Ther*. 1996;1(2):60-6.
6. Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Cambier D, Vanderstraeten G. Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population. A two-year prospective study. *Am J Sports Med*. 2000;28(4):480-9.
7. Boling M, Padua D, Marshall S, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20(5):725-30.
8. Chesworth BM, Culham E, Tata GE, Peat M. Validation of outcome measures in patients with patellofemoral syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1989;10(8):302-8.
9. Grelsamer R, Moss G, Ee G, Donell S. The patellofemoral syndrome; the same problem as the Loch Ness Monster? *Knee*. 2009;16(5):301-2.
10. Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40(2):42-51.
11. Fulkerson JP. Diagnosis and treatment of patients with patellofemoral pain. *Am J Sports Med*. 2002 May-Jun;30(3):447-56.
12. Salsich GB, Perman WH. Patellofemoral joint contact area is influenced by tibiofemoral rotation alignment in individuals who have patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2007 Sep;37(9):521-8.
13. Piva SR, Goodnite EA, Childs JD. Strength around the hip and flexibility of soft tissues in individuals with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2005 Dec;35(12):793-801.
14. White LC, Dolphin P, Dixon J. Hamstring length in patellofemoral pain syndrome. *Physiotherapy*. 2009;95(1):24-8.

15. Barton CJ, Bonanno D, Levinger P, Menz HB. Foot and ankle characteristics in patellofemoral pain syndrome: a case control and reliability study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(5):286-96.
16. Powers CM, Maffucci R, Hampton S. Rearfoot posture in subjects with patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1995 Oct;22(4):155-60.
17. Messier SP, Davis SE, Curl WW, Lowery RB, Pack RJ. Etiologic factors associated with patellofemoral pain in runners. *Med Sci Sports Exerc.* 1991 Sep;23(9):1008-15.
18. Bolgla LA, Malone TR, Umberger BR, Uhl TL. Hip strength and hip and knee kinematics during stair descent in females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(1):12-8.
19. Bolgla LA, Malone TR, Umberger BR, Uhl TL. Comparison of hip and knee strength and neuromuscular activity in subjects with and without patellofemoral pain syndrome. *Int J Sports Phys Ther.* 2011;6(4):285-96.
20. Hinman RS, Bennell KL, Metcalf BR, Crossley KM. Temporal activity of vastus medialis obliquus and vastus lateralis in symptomatic knee osteoarthritis. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002;81(9):684-90.
21. Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW, Crossley KM, McConnell J. Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001 Feb;82(2):183-9.
22. Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW, Crossley KM, McConnell J. Simultaneous feedforward recruitment of the vasti in untrained postural tasks can be restored by physical therapy. *J Orthop Res.* 2003 May;21(3):553-8.
23. Saad MC, Felicio LR, Masullo Cde L, Liporaci RF, Bevilaqua-Grossi D. Analysis of the center of pressure displacement, ground reaction force and muscular activity during step exercises. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011;21(5):712-8.
24. Sheehy P, Burdett RG, Irrgang JJ, VanSwearingen J. An electromyographic study of vastus medialis oblique and vastus lateralis activity while ascending and descending steps. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998 Jun;27(6):423-9.
25. Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(11):639-46.
26. Tang SF, Chen CK, Hsu R, Chou SW, Hong WH, Lew HL. Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercises in patients with patellofemoral pain syndrome: an electromyographic study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001 Oct;82(10):1441-5.

27. Powers CM, Ward SR, Fredericson M, Guillet M, Shellock FG. Patellofemoral kinematics during weight-bearing and non-weight-bearing knee extension in persons with lateral subluxation of the patella: a preliminary study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(11):677-85.
28. Souza RB, Draper CE, Fredericson M, Powers CM. Femur rotation and patellofemoral joint kinematics: a weight-bearing magnetic resonance imaging analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(5):277-85.
29. Dierks TA, Manal KT, Hamill J, Davis IS. Proximal and distal influences on hip and knee kinematics in runners with patellofemoral pain during a prolonged run. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(8):448-56.
30. Magalhaes E, Fukuda TY, Sacramento SN, Forgas A, Cohen M, Abdalla RJ. A comparison of hip strength between sedentary females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010 Oct;40(10):641-7.
31. Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SM, van Middelkoop M. Factors associated with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2013;47(4):193-206.
32. Prins MR, van der Wurff P. Females with patellofemoral pain syndrome have weak hip muscles: a systematic review. *Aust J Physiother.* 2009;55(1):9-15.
33. Cichanowski HR, Schmitt JS, Johnson RJ, Niemuth PE. Hip strength in collegiate female athletes with patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exerc.* 2007 Aug;39(8):1227-32.
34. Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(11):671-6.
35. Piva SR, Gil AB, Moore CG, Fitzgerald GK. Responsiveness of the activities of daily living scale of the knee outcome survey and numeric pain rating scale in patients with patellofemoral pain. *J Rehabil Med.* 2009;41(3):129-35.
36. Hassan BS, Mockett S, Doherty M. Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. *Ann Rheum Dis.* 2001;60(6):612-8.
37. Hunt MA, McManus FJ, Hinman RS, Bennell KL. Predictors of single-leg standing balance in individuals with medial knee osteoarthritis. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2010;62(4):496-500.
38. Callaghan MJ, Oldham JA. Quadriceps atrophy: to what extent does it exist in patellofemoral pain syndrome? *Br J Sports Med.* 2004;38(3):295-9.

39. Lee SP, Souza RB, Powers CM. The influence of hip abductor muscle performance on dynamic postural stability in females with patellofemoral pain. *Gait Posture*. 2012;36(3):425-9.
40. Citaker S, Kaya D, Yuksel I, Yosmaoglu B, Nyland J, Atay OA, et al. Static balance in patients with patellofemoral pain syndrome. *Sports Health*. 2011;3(6):524-7.
41. Park WH, Kim DK, Yoo JC, Lee YS, Hwang JH, Chang MJ, et al. Correlation between dynamic postural stability and muscle strength, anterior instability, and knee scale in anterior cruciate ligament deficient knees. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010;130(8):1013-8.
42. Choy NL, Brauer S, Nitz J. Linking stability to demographics, strength and sensory system function in women over 40 to support pre-emptive preventive intervention. *Climacteric*. 2008;11(2):144-54.
43. Hageman PA, Leibowitz JM, Blanke D. Age and gender effects on postural control measures. *Arch Phys Med Rehabil*. 1995;76(10):961-5.
44. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*. 2006;35 (2):ii7-ii11.
45. Alexander NB. Postural control in older adults. *J Am Geriatr Soc*. 1994;42(1):93-108.
46. Popa T, Bonifazi M, Della Volpe R, Rossi A, Mazzocchio R. Adaptive changes in postural strategy selection in chronic low back pain. *Exp Brain Res*. 2007;177(3):411-8.
47. Orr R. Contribution of muscle weakness to postural instability in the elderly. A systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2010;46(2):183-220.
48. Mancini M, Horak FB. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2010;46(2):239-48.
49. Aramaki Y, Nozaki D, Masani K, Sato T, Nakazawa K, Yano H. Reciprocal angular acceleration of the ankle and hip joints during quiet standing in humans. *Exp Brain Res*. 2001;136(4):463-73.
50. Runge CF, Shupert CL, Horak FB, Zajac FE. Ankle and hip postural strategies defined by joint torques. *Gait Posture*. 1999;10(2):161-70.
51. Duarte M, Freitas SM. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Rev Bras Fisioter*. 2010;14(3):183-92.
52. Gribble PA, Hertel J. Effect of hip and ankle muscle fatigue on unipedal postural control. *J Electromyogr Kinesiol*. 2004;14(6):641-6.
53. Gribble PA, Hertel J. Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(4):589-92.

54. Negahban H, Etemadi M, Naghibi S, Emrani A, Shaterzadeh Yazdi MJ, Salehi R, et al. The effects of muscle fatigue on dynamic standing balance in people with and without patellofemoral pain syndrome. *Gait Posture*. 2013 Mar;37(3):336-9.
55. Miller PK, Bird AM. Localized muscle fatigue and dynamic balance. *Percept Mot Skills*. 1976;42(1):135-8.
56. Chang SH, Mercer VS, Giuliani CA, Sloane PD. Relationship between hip abductor rate of force development and mediolateral stability in older adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005 Sep;86(9):1843-50.
57. Crossley KM, Bennell KL, Cowan SM, Green S. Analysis of outcome measures for persons with patellofemoral pain: which are reliable and valid? *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(5):815-22.
58. Katz J, Melzack R. Measurement of pain. *Surg Clin North Am*. 1999;79(2):231-52.
59. Jensen MP, Turner JA, Romano JM. What is the maximum number of levels needed in pain intensity measurement? *Pain*. 1994;58(3):387-92.
60. Irrgang JJ, Snyder-Mackler L, Wainner RS, Fu FH, Harner CD. Development of a patient-reported measure of function of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 1998 Aug;80(8):1132-45.
61. Nigri PZ, Peccin MS, G.J.M. A, Cohen M. Tradução, validação e adaptação cultural da escala de atividade de vida diária. *Acta Ortopédica Brasileira*. 2007;15:101-4.
62. Piva SR, Fitzgerald K, Irrgang JJ, Jones S, Hando BR, Browder DA, et al. Reliability of measures of impairments associated with patellofemoral pain syndrome. *BMC Musculoskelet Disord*. 2006;7:33.
63. Chuang SH, Huang MH, Chen TW, Weng MC, Liu CW, Chen CH. Effect of knee sleeve on static and dynamic balance in patients with knee osteoarthritis. *Kaohsiung J Med Sci*. 2007;23(8):405-11.
64. Andrews AW, Thomas MW, Bohannon RW. Normative values for isometric muscle force measurements obtained with hand-held dynamometers. *Phys Ther*. 1996;76(3):248-59.
65. Kramer JF, Vaz MD, Vandervoort AA. Reliability of isometric hip abductor torques during examiner- and belt-resisted tests. *J Gerontol*. 1991;46(2):M47-51.
66. Robinson RL, Nee RJ. Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2007;37(5):232-8.
67. Nakagawa TH, Moriya ET, Maciel CD, Serrao FV. Trunk, pelvis, hip, and knee kinematics, hip strength, and gluteal muscle activation during a single-leg

squat in males and females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(6):491-501.

68. Willson JD, Davis IS. Lower extremity strength and mechanics during jumping in women with patellofemoral pain. *J Sport Rehabil.* 2009;18(1):76-90.

69. Krause DA, Schlagel SJ, Stember BM, Zoetewey JE, Hollman JH. Influence of lever arm and stabilization on measures of hip abduction and adduction torque obtained by hand-held dynamometry. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(1):37-42.

70. Boling MC, Padua DA, Marshall SW, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. A prospective investigation of biomechanical risk factors for patellofemoral pain syndrome: the Joint Undertaking to Monitor and Prevent ACL Injury (JUMP-ACL) cohort. *Am J Sports Med.* 2009;37(11):2108-16.

71. Baldon Rde M, Lobato DF, Carvalho LP, Wun PY, Santiago PR, Serrao FV. Effect of functional stabilization training on lower limb biomechanics in women. *Med Sci Sports Exerc.* 2012 Jan;44(1):135-45.

72. Baldon Rde M, Nakagawa TH, Muniz TB, Amorim CF, Maciel CD, Serrao FV. Eccentric hip muscle function in females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Athl Train.* 2009 Sep-Oct;44(5):490-6.

73. Magalhaes E, Silva AP, Sacramento SN, Martin RL, Fukuda TY. Isometric strength ratios of the hip musculature in females with patellofemoral pain: a comparison to pain-free controls. *J Strength Cond Res.* 2013 Aug;27(8):2165-70.

74. Ferber R, Kendall KD, Farr L. Changes in knee biomechanics after a hip-abductor strengthening protocol for runners with patellofemoral pain syndrome. *J Athl Train.* 2011 Mar-Apr;46(2):142-9.

75. Mascal CL, Landel R, Powers C. Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 case reports. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(11):647-60.

76. Bandinelli S, Benvenuti E, Del Lungo I, Baccini M, Benvenuti F, Di Iorio A, et al. Measuring muscular strength of the lower limbs by hand-held dynamometer: a standard protocol. *Aging (Milano).* 1999;11(5):287-93.

77. Magalhaes E, Silva AP, Sacramento SN, Martin RL, Fukuda TY. Isometric Strength Ratios of the Hip Musculature in Females with Patellofemoral Pain: A Comparison to Painfree Controls. *J Strength Cond Res.* 2012 Nov 30.

78. Moradi Z, Akbari M, Ansari NN, Emrani A, Mohammadi P. Strength of hip muscle groups in sedentary women with patellofemoral pain syndrome. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2013 Dec 17.

79. Cowan SM, Crossley KM, Bennell KL. Altered hip and trunk muscle function in individuals with patellofemoral pain. *Br J Sports Med.* 2009;43(8):584-8.

80. Finnoff JT, Hall MM, Kyle K, Krause DA, Lai J, Smith J. Hip strength and knee pain in high school runners: a prospective study. *Pm R*. 2011 Sep;3(9):792-801.
81. Thijs Y, Pattyn E, Van Tiggelen D, Rombaut L, Witvrouw E. Is hip muscle weakness a predisposing factor for patellofemoral pain in female novice runners? A prospective study. *Am J Sports Med*. 2011 Sep;39(9):1877-82.
82. Henriksson M, Ledin T, Good L. Postural control after anterior cruciate ligament reconstruction and functional rehabilitation. *Am J Sports Med*. 2001 May-Jun;29(3):359-66.
83. Hertel J, Buckley WE, Denegar CR. Serial Testing of Postural Control After Acute Lateral Ankle Sprain. *J Athl Train*. 2001 Dec;36(4):363-8.
84. Zatterstrom R, Friden T, Lindstrand A, Moritz U. The effect of physiotherapy on standing balance in chronic anterior cruciate ligament insufficiency. *Am J Sports Med*. 1994 Jul-Aug;22(4):531-6.
85. Kim HS, Yun DH, Yoo SD, Kim DH, Jeong YS, Yun JS, et al. Balance control and knee osteoarthritis severity. *Ann Rehabil Med*. 2011 Oct;35(5):701-9.
86. Negahban H, Mazaheri M, Kingma I, van Dieen JH. A systematic review of postural control during single-leg stance in patients with untreated anterior cruciate ligament injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013 May 5.
87. Lee SP, Powers CM. Individuals with diminished hip abductor muscle strength exhibit altered ankle biomechanics and neuromuscular activation during unipedal balance tasks. *Gait Posture*. 2013 Dec 12.
88. Neumann DA. Kinesiology of the hip: a focus on muscular actions. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010 Feb;40(2):82-94.
89. Winter DA, Prince F, Frank JS, Powell C, Zabjek KF. Unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance. *J Neurophysiol*. 1996;75(6):2334-43.
90. Hoy MG, Zajac FE, Gordon ME. A musculoskeletal model of the human lower extremity: the effect of muscle, tendon, and moment arm on the moment-angle relationship of musculotendon actuators at the hip, knee, and ankle. *J Biomech*. 1990;23(2):157-69.
91. Hollman JH, Hohl JM, Kraft JL, Strauss JD, Traver KJ. Modulation of frontal-plane knee kinematics by hip-extensor strength and gluteus maximus recruitment during a jump-landing task in healthy women. *J Sport Rehabil*. 2013 Aug;22(3):184-90.