

Jessica dos Santos Bueno
Leonardo Felipe Falinassi

**ASSOCIAÇÃO DO TORQUE E RIGIDEZ DOS ROTADORES LATERAIS DO
QUADRIL COM A QUEDA PÉLVICA EM ATLETAS**

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG
2016

Jessica dos Santos Bueno

Leonardo Felipe Falinassi

**ASSOCIAÇÃO DO TORQUE E RIGIDEZ DOS ROTADORES LATERAIS DO
QUADRIL COM A QUEDA PÉLVICA EM ATLETAS**

Projeto de pesquisa para Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Graduação em Fisioterapia, da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientadora: Profa. Dra. Natalia Franco Netto Bittencourt

Co-orientador: Prof. Dr. Renan Alves Resende

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2016

AGRADECIMENTOS

Uma das poucas certezas que temos ao desbravar o caminho ao conhecimento é a de que, mudanças ocorrerão e que aos poucos enfrentaremos etapas de grandes desafios. Poder contar com o apoio de pessoas queridas, como nossas famílias e amigos, tornam este processo algo mais fácil de suportar e nos dão a força e a perseverança necessária para atingirmos o nosso objetivo. Obrigado (a) de coração por compreenderem todas as nossas ausências, ansiedades, alterações de humor e nosso silêncio em alguns momentos. Vocês fazem parte deste momento! Muito Obrigado (a)!

Finalizar esta etapa tendo como mentores, excelentes profissionais e brilhantes mestres como Natália Bittencourt, Luciana De Micheles, Paula Lanna e Renan Alves deu-nos a oportunidade de crescer, não somente como alunos, mas também, como futuros profissionais, que poderão contar com o exemplo que nos foi passado de dedicação, paciência, confiança e principalmente a busca pelo conhecimento, não nos deixando acomodados com respostas superficiais e nos desafiando a sempre irmos além. O nosso sincero: Muito Obrigado!

Sem nunca nos esquecermos de agradecer Àquele que foi o responsável por nos apresentar e colocar em nossas vidas pessoas essenciais, para que, hoje, conseguíssemos finalizar este processo e que ao longo de toda etapa nos capacitou para chegarmos até aqui. Muito Obrigado (a) meu Deus!

Completarmos mais este objetivo só foi possível porque não fomos apenas parceiros de Trabalho de Conclusão de Curso, mas amigos! Compreendendo cada dificuldade e cada ponto forte um do outro conseguimos juntos, atingir o nosso objetivo! Esta é a primeira de muitas conquistas que ainda compartilharemos, e com toda certeza, jamais nos esqueceremos de como foi gratificante passar todo esse processo contando com a ajuda um do outro. Muitas lágrimas e muitos sorrisos, mas sempre a confiança que conseguiríamos vencer! Como já dizia Platão, *“a amizade é uma predisposição recíproca que torna dois seres igualmente ciosos da felicidade um do outro”*. Valeu parceiro (a)! Muito Obrigado (a) meu (minha) amigo (a)!

RESUMO

Os músculos rotadores laterais do quadril têm ganhado ênfase na comunidade esportiva devido a sua importância na resistência à movimentação dos membros inferiores, principalmente, durante a adução e rotação interna excessiva, e também sua contribuição para a manutenção da estabilidade do quadril. Fatores estes que podem contribuir para um aumento do valgismo dinâmico e para ocorrências de lesões de ligamento cruzado anterior e síndrome femuropatelar em atletas. Uma forma clínica de observar a contribuição desta musculatura para a manutenção do alinhamento da região lombopélvica seria através do teste da ponte unilateral. Uma vez que, estudo eletromiográfico constatou a ativação dos rotadores laterais do quadril durante este teste, levantando-se a hipótese da contribuição destes músculos e suas variáveis para a manutenção do alinhamento do quadril e a sua influência na presença da queda pélvica durante este teste. Logo, o presente estudo teve como objetivo analisar a associação da rigidez passiva e torque dos rotadores laterais do quadril na queda pélvica no plano transversal durante o teste da ponte pélvica unilateral em atletas. Foram recrutados 135 atletas (homens e mulheres) de vôlei, basquete e futebol. Os critérios de inclusão foram: estar participando regularmente dos treinos da modalidade, ausência de dor lombar ou lesões musculoesqueléticas nos membros inferiores. Foram coletados os valores de rigidez passiva e força de cada indivíduo, visando a equação de regressão linear múltipla tendo como variável resposta a queda pélvica do indivíduo durante o teste da ponte unilateral. Foi observado um coeficiente de determinação de 0,76, significando que 76,33% da variabilidade total da queda pélvica pode ser explicada pela rigidez e pelo torque isométrico dos rotadores laterais do quadril. Essas variáveis se comportam de maneira inversamente proporcional à queda pélvica apresentada pelos indivíduos. Portanto, o presente estudo concluiu que as variáveis torque e rigidez dos rotadores laterais do quadril contribuem fortemente para a manutenção da estabilidade pélvica durante o teste da ponte unilateral em atletas.

Palavras-chave: Rigidez. Torque. Rotadores laterais do quadril. Queda pélvica. Fisioterapia.

ABSTRACT

The lateral rotator muscles of the hip have gained emphasis on sports community because of its importance in the movement resistance to the lower limbs, especially during the adduction and excessive internal rotation, and also their contribution to the maintenance of hip stability. These factors may contribute to an increase of dynamic valgus and anterior cruciate ligament and femuropatellar syndrome in athletes. A clinical way to observe the contribution of these muscles to maintain the alignment of lumbopelvic region would be through unilateral bridge test. Since, electromyographic study found activation of the lateral hip rotators during this test, raising the hypothesis of the contribution of these muscles and their variables to maintain the alignment of the hip and its influence in the presence of pelvic drop during this test. Therefore, this study aimed to analyze the association between passive stiffness and torque of the lateral hip rotators in the pelvic drop in the transverse plane during the unilateral pelvic bridge test in athletes. They recruited 135 athletes (men and women) volleyball, basketball and football. Inclusion criteria were: be regularly participating of the training mode, no back pain or musculoskeletal injuries in the lower limbs. Values of passive stiffness and force of each individual aiming at a multiple linear regression equation having as variable response to pelvic fall of the individual during the test of unilateral bridge. A coefficient of determination of 0.76 was observed, meaning that 76.33% of the total variability of the pelvic drop can be explained by the stiffness and the isometric torque of the lateral hip rotators. These variables behave inversely proportionally to the pelvic fall presented by individuals. Therefore, the present study found that variables such as torque and lateral stiffness of the hip rotator strongly contribute to the maintenance of stability during pelvic sided test bridge in athletes.

Keywords: Stiffness. Torque. Lateral rotators of the hip. Pelvic drop. Physiotherapy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 - Avaliação do alinhamento pélvico no plano transversal durante o teste da ponte com extensão unilateral do joelho | 13 |
| FIGURA 2 - Teste da posição de primeira resistência de RM do quadril | 14 |
| FIGURA 3 - Teste de força isométrica dos RL do quadril | 15 |

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| TABELA 1 - Valores de torque, rigidez e queda pélvica dos RL durante o teste da ponte unipodal | 16 |
| GRÁFICO 1 - Correlação entre os valores de torque e queda pélvica durante o teste da ponte unilateral | 16 |
| GRÁFICO 2 - Correlação entre os valores de rigidez e queda pélvica durante o teste da ponte unilateral | 17 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------|---------------------------------------|
| CCI | Coeficiente de correlação intraclasse |
| Kg | Kilograma |
| LCA | Ligamento cruzado anterior |
| MMII | Membros inferiores |
| Nm/Kg | Valor do torque normalizado |
| ° | Graus |
| °/Kg | Graus por kilograma |
| R | Coeficiente de determinação |
| RL | Rotadores laterais |
| RM | Repetição máxima |
| SDPF | Síndrome da dor patelo-femoral |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 9 |
| 2 | METODOLOGIA | 11 |
| 2.1 | Tipo de estudo | 11 |
| 2.2 | Participantes | 11 |
| 2.3 | Procedimentos | 11 |
| 2.4 | Redução dos dados | 15 |
| 2.5 | Análise estatística | 15 |
| 3 | RESULTADOS | 16 |
| 4 | DISCUSSÃO | 17 |
| 5 | CONCLUSÃO | 20 |
| | REFERÊNCIAS | 21 |
| | ANEXO 1 | 25 |
| | ANEXO 2 | 26 |

1 INTRODUÇÃO

Estabilização central é a habilidade de controlar a posição e o movimento do tronco sobre a pelve e membro inferior (MI) a fim de otimizar a produção, transferência e controle da força e movimento do segmento distal nas atividades de cadeia cinética integradas (HIBBS *et al.*, 2008). As estruturas do centro corporal (tronco, pelve e quadril) funcionam como elo entre as extremidades superiores e inferiores, e vem sendo o foco de investigação e de programas de treinamento da estabilidade central, devido a associação com a melhora do desempenho e redução dos riscos de lesões. (GARY *et al.*, 2012; GRANACHER *et al.*, 2014). Pesquisas atuais sugerem que uma baixa capacidade de estabilidade central durante à atividade pode estar relacionada com disfunções lombares e extremidades inferiores, como por exemplo, lombalgia, pubalgia, estiramentos de isquiossurais, lesão de ligamento cruzado anterior (LCA), síndrome patelofemoral (SDPF) e entorses do tornozelo (GARY *et al.*, 2012; KLIBER *et al.*, 2006; GRANACHER *et al.*, 2014; BITTENCOURT, 2015; SHERRY; BEST, 2004; WILSON *et al.*, 2005). Logo, avaliar clinicamente a estabilidade do tronco e pelve através de testes que desafiem o sistema músculo-esquelético pode auxiliar na identificação do perfil de atletas que necessitem de reabilitação ou prevenção, a fim de proporcionar menor risco ou recidiva de lesões durante a prática esportiva (ANDRADE *et al.*, 2012).

Alguns testes podem ajudar a avaliar a estabilidade central, como o teste de ponte, que é descrito como um teste clínico para pacientes com lombalgia a fim de analisar a estabilidade lombopélvica (ANDRADE *et al.*, 2012). A extensão unilateral do joelho é uma evolução do tradicional teste de ponte com o objetivo de avaliar a resistência muscular (ANDRADE *et al.*, 2012). Através deste teste é possível identificar desequilíbrios, assimetrias e compensações realizadas pelo corpo no plano transversal, para a manutenção do alinhamento de tronco, pelve e membros inferiores, como resposta à demanda do torque rotacional gerado pela extensão do joelho (ANDRADE *et al.*, 2012). Este teste também pode ser usado como exercício de tratamento para pacientes com lombalgias e em programas de prevenção de lesões (ANDRADE *et al.*, 2012; HIBBS *et al.*, 2008).

Estudos demonstram que durante a execução deste teste, é possível observar a ativação eletromiográfica dos músculos extensores da coluna, oblíquo externo contralateral, oblíquo interno ipsilateral e glúteos em relação ao membro

inferior elevado, a fim de manter o equilíbrio pélvico (ANDRADE *et al.*, 2012). Durante o teste de ponte no plano transversal, a extensão de um dos membros inferiores, produz um torque rotacional onde os músculos rotadores laterais (RL) do quadril contralateral devem produzir uma contração concêntrica e em seguida isométrica ao ponto de produzir um torque suficiente para manter um alinhamento horizontal da pelve paralelo entre solo e o quadril (NEUMANN, 2010). A contribuição da atividade muscular do glúteo máximo nos movimentos do joelho e quadril com a movimentação pélvica já foram observadas em diversas atividades, como o salto (WILSON *et al.*, 2005). Pesquisas propuseram que a fadiga e fraqueza muscular em atletas contribuem para um déficit na capacidade de gerar um torque eficiente dos músculos glúteos, isquiossurais e dos músculos abdominais para resistir aos movimentos de adução e rotação interna dos membros inferiores durante a atividade de salto (WILSON *et al.*, 2005). Esse aumento da adução e rotação interna do quadril leva ao valgismo dinâmico do joelho, disfunção altamente associada a lesões nos membros inferiores (MMII), como ruptura do LCA e SDPF. Logo, entender como as propriedades que influenciam a atividade muscular dos rotadores laterais do quadril, principais contribuintes para a limitação da adução e rotação interna do joelho, associa-se com a estabilidade central, se faz necessário para o tratamento e prevenção de lesões em atletas (WILSON *et al.*, 2005; LEITE *et al.*, 2012).

A presença da queda pélvica durante o teste da ponte pode estar relacionada com valores inadequados de rigidez e torque dos RL do quadril, gerando por sua vez, indesejados movimentos da pelve e dos membros inferiores. A rigidez muscular passiva é uma propriedade mecânica relacionada com a resistência que tecidos peri-articulares oferecem à deformação na ausência de atividade contrátil (ARAUJO *et al.*, 2012). Ou seja, é a razão entre a mudança na tensão do músculo, tendões, ligamentos e fâscias por unidade de mudança no seu comprimento. Neste sentido, a rigidez contribui para a capacidade do músculo em absorver energia sob a ação de forças mecânicas, podendo auxiliar não somente na prevenção de lesões musculares, como também na melhora do desempenho durante a execução do movimento (ARAUJO *et al.*, 2012; AQUINO *et al.*, 2006). Por sua vez, torque é a força multiplicada por seu braço de momento, com isso, tende a movimentar um corpo ou segmento ao redor de um eixo de rotação (NEUMANN, 2010). Assim, estas duas variáveis inter-relacionadas são necessárias para a melhor estabilidade e manutenção da postura pélvica no plano transversal. Uma vez que este teste é de

fácil reprodutibilidade e baixo custo, o objetivo do presente estudo foi analisar a associação da rigidez passiva e torque dos RL do quadril com a queda pélvica no plano transversal durante o teste de ponte unilateral em atletas.

2 METODOLOGIA

2.1 Tipo do estudo

Este presente trabalho é um estudo transversal de caráter exploratório. A pesquisa foi realizada nas mediações da Universidade Federal de Belo Horizonte e no Minas tênis Clube, todos os cuidados éticos foram respeitados e os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Parecer ético nº 0493.0.203.000-09.

2.2 Participantes

Foram recrutados 135 atletas (homens e mulheres) de vôlei, basquete e futebol. Os critérios de inclusão foram: estar participando regularmente dos treinos da modalidade, ausência de dor lombar ou lesões musculoesqueléticas nos membros inferiores. Os critérios de exclusão foram apresentar cãibra ou dor que incapacitasse a continuação do teste, além da impossibilidade do examinador em visualizar os marcadores reflexivos, colocados nas espinhas ilíacas ântero-superiores dos participantes durante o teste.

2.3 Procedimentos

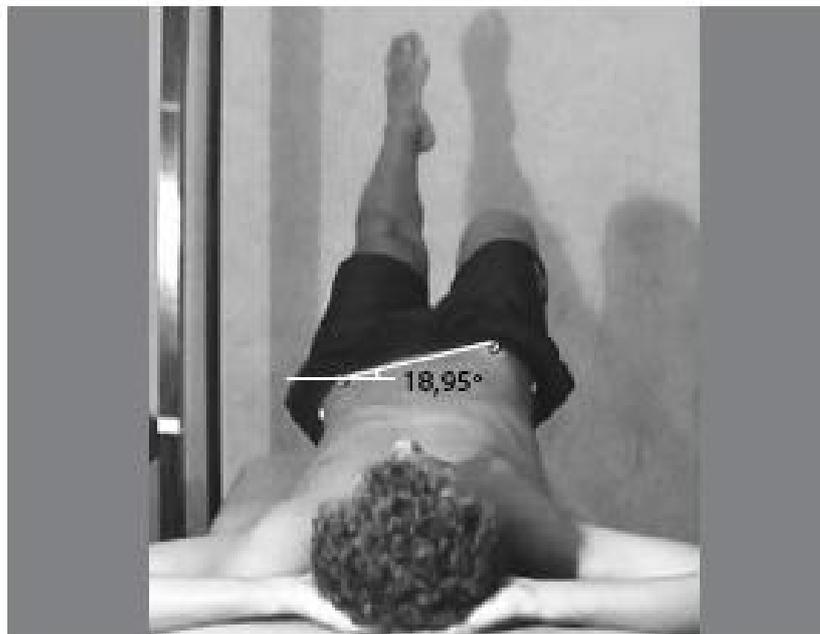
Após assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, foi realizada uma coleta com cada participante, feita por um fisioterapeuta treinado previamente em estudo piloto.

Para a coleta dos dados referente a variável queda pélvica foi colocado um marcador reflexivo de 10 mm em cada espinha ilíaca ântero-superior dos participantes com o objetivo de melhor determinação dessa proeminência óssea bilateralmente durante a análise (ANDRADE *et al.*, 2012). O participante foi posicionado em decúbito dorsal, as mãos colocadas sob a cabeça, com quadril e joelhos fletidos em amplitude autosselecionada, com as plantas dos pés próximas e apoiadas na maca (ANDRADE *et al.*, 2012). A amplitude autosselecionada de flexão do joelho foi utilizada a fim de que o participante determine a posição que mais se adapta às suas características antropométricas (ANDRADE *et al.*, 2012). O participante foi orientado a levantar a pelve da maca e realizar a extensão de um dos joelhos, mantendo o membro inferior elevado na mesma altura que a coxa do

membro contralateral, para que o tronco, quadril e membro inferior elevado ficassem posicionados em linha reta (ANDRADE *et al.*, 2012). Antes da realização do procedimento, o participante realizou o movimento do teste uma vez, para familiarização (ANDRADE *et al.*, 2012). Durante o procedimento, a posição foi sustentada por 10 segundos e, em seguida, o teste foi repetido com o outro membro inferior, este padrão de movimento foi executado por 3 vezes alternadas com cada membro (ANDRADE *et al.*, 2012). A escolha da ordem do membro inferior a ser elevado foi determinada pelo participante (ANDRADE *et al.*, 2012).

Para análise quantitativa, o teste foi registrado com uma filmadora digital (SC-D385, Samsung®, China) posicionada sobre um tripé a uma distância de 80 cm da extremidade da maca (ANDRADE *et al.*, 2012). A filmadora sobre o tripé foi alinhada com o auxílio de um inclinômetro (Mundo Sat, Brasil), de forma que estivesse paralela ao chão, e a sua altura foi determinada de acordo com o plano de captação da imagem para que ficasse ortogonal ao plano transverso pélvico durante o teste, a partir das características antropométricas de cada participante (ANDRADE *et al.*, 2012). Assim, durante o teste, a pelve esteve centralizada na imagem captada pela filmadora (ANDRADE *et al.*, 2012). Posteriormente, a análise bidimensional (2D) de movimento foi realizada pelo programa SIMI MotionTwin® (SIMI Reality Motion Systems, Alemanha) para determinar o maior grau de queda pélvica, ou seja, a maior inclinação da reta entre as espinhas ilíacas ântero-superiores em relação à horizontal no plano transverso da pelve durante os 10 segundos de realização do teste (ANDRADE *et al.*, 2012) (FIGURA 1). Nessa análise, inicialmente, foi feita uma calibração em que informe ao sistema uma distância de 30 cm, pré-determinada no ambiente de coleta (ANDRADE *et al.*, 2012). Foi realizado um estudo piloto para determinar a confiabilidade intra-examinado (CCI) para a avaliação do alinhamento dinâmico da pelve em 30 sujeitos (média da idade de 24,7 anos, massa corporal de 66,9 kg e altura de 1,70 m), os resultados revelaram valores de 0,82 (erro padrão de 2,38°) (ANDRADE *et al.*, 2012).

Figura 1 - Avaliação do alinhamento pélvico no plano transverso durante o teste da ponte com extensão unilateral do joelho. (ANDRADE *et al.*, 2015).



Para avaliar a queda pélvica, o examinador selecionou o ângulo formado entre a intersecção da reta que passava no centro de cada marcador reflexivo com a horizontal, paralela à maca, determinada pelo programa (ANDRADE *et al.*, 2012). O valor final observado foi calculado a partir da média dos ângulos registrados nas três repetições efetuadas em cada membro inferior feitas de forma alternada pelo participante (ANDRADE *et al.*, 2012).

Para a medida de rigidez passiva dos RL, o atleta foi posicionado em decúbito ventral na maca, com a pelve estabilizada por uma faixa e foi solicitado a posicionar a articulação do joelho a 90° de flexão (ANDRADE *et al.*, 2012; BITTENCOURT *et al.*, 2012). O movimento passivo de rotação medial de quadril, produzido pelo peso da perna e pé do atleta, foi permitido pelo examinador até que a tensão das estruturas passivas e musculares do quadril interrompesse este movimento (ANDRADE *et al.*, 2012; BITTENCOURT *et al.*, 2012). A posição de primeira resistência à rotação medial do quadril foi mensurada, com um inclinômetro (Starrett®) posicionado em uma marcação realizada a 5 cm distal a tuberosidade anterior da tíbia (ANDRADE *et al.*, 2012) (FIGURA 2). A medida foi descartada e repetida se o avaliador percebesse qualquer contração muscular visualmente ou por meio de palpação (ANDRADE *et al.*, 2012). Foram realizadas 3 medidas para cálculo da média e esse valor foi normalizado pela massa corporal do atleta para permitir a comparação entre os indivíduos (graus/kg) (ANDRADE *et al.*, 2012). A

confiabilidade intra e inter-examinador foi estabelecida em um estudo piloto com seis indivíduos (média de idade de 22,4 anos; massa corporal de 64,7 kg; altura de 1,67 m), foram observados valores de 0,99 para ambas as análises e um erro padrão da medida de 0,55° (ANDRADE *et al.*, 2012).

Figura 2 - Teste da posição de primeira resistência de RM do quadril (BITTENCOURT *et al.*, 2015)



A força dos músculos RL do quadril foi quantificada realizando a mesma posição em que foi avaliada a rigidez passiva muscular (FIGURA 3). Primeiramente, foi realizado um teste submáximo de três repetições do movimento de rotação do quadril para familiarização do indivíduo com o procedimento (ANDRADE *et al.*, 2015). Logo após, foram coletadas as três repetições do movimento de RL do quadril com força máxima durante 5 s, respeitando um período de repouso de 60 segundos entre as repetições (ANDRADE *et al.*, 2015). O participante foi instruído a realizar força máxima em direção à RL do quadril, com estímulo verbal. A força gerada pelo indivíduo foi registrado com uso de dinamômetro manual (*microFET2*; Hoggan Health Industries, Inc, West Jordan, UT) posicionado 5 centímetros acima do maléolo lateral. A confiabilidade intra/inter-examinador (CCI) foi realizada a partir de um estudo piloto com seis indivíduos (média de 21,6 anos; massa corporal de 62,2 kg; altura de 1,64m), onde foram encontrados valores de 0,98 e 0,90 (erro padrão de 0,04 Nm/kg) (BITTENCOURT *et al.*, 2015).

Figura 3 - Teste de força isométrica dos RL do quadril (BITTENCOURT *et al.*, 2015)



2.4 Redução dos dados

A queda pélvica foi analisada pela média dos graus ($^{\circ}$) de inclinação pélvica registrada nas 3 repetições; a rigidez foi registrada em ângulo de inclinação normalizada pela massa ($^{\circ}/\text{Kg}$) e o torque foi normalizado pela massa corporal (Nm/Kg).

2.5 Análise estatística

A descrição dos dados, apresentados na TABELA 1, foram caracterizados por meio do cálculo da média e desvio padrão das variáveis torque, rigidez e queda pélvica. Com o objetivo de explicar os valores de queda pélvica através das variáveis torque e rigidez buscou-se implementar uma equação de regressão linear múltipla, tendo como variável resposta a queda pélvica do indivíduo. Foi utilizado o software R para realizar a regressão.

Tabela 1 . Valores de torque, rigidez e queda pélvica dos RL durante o teste da ponte unipodal

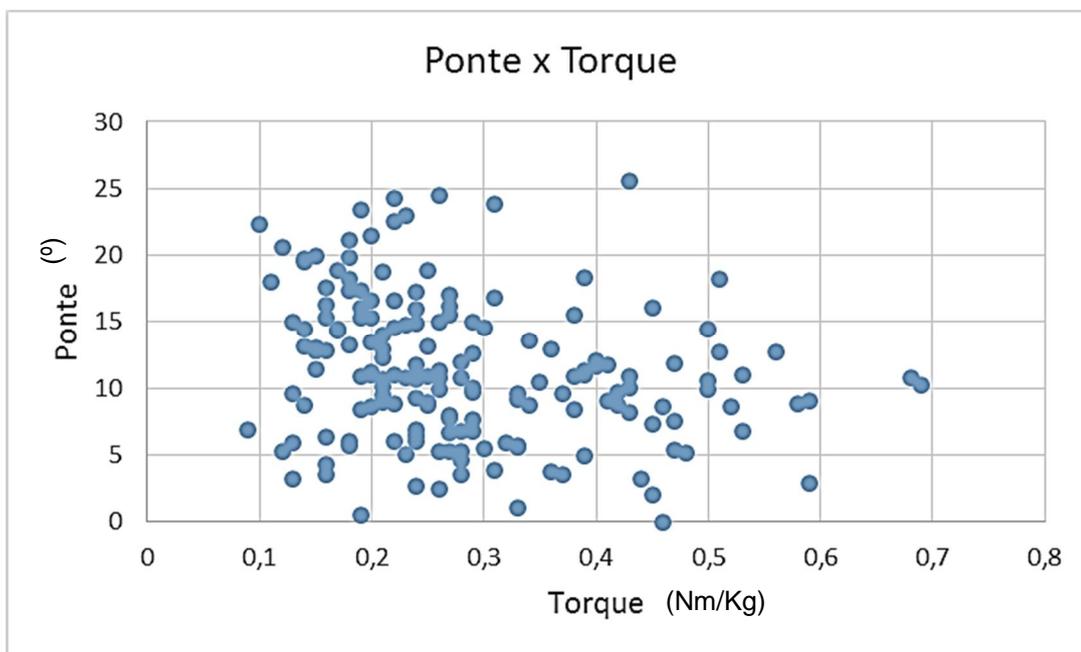
| | Torque (Nm/Kg) | Rigidez (°/Kg) | Queda Pélvica (°) |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------------|
| Média | 10.35 | 18.68 | 11,43 |
| Desvio Padrão | 2.57 | 1.82 | 5,46 |

3 RESULTADOS

A amostra foi caracterizada em idade ($14,33 \pm 0,93$), altura ($1,79 \pm 0,33$) e massa corporal ($75,49 \pm 15,57$). A regressão linear múltipla sem intercepto pelo método dos mínimos quadrados no R retornou um coeficiente de determinação igual a 0,76, o que significa que 76,33% da variabilidade total de queda pélvica pode ser explicada pela rigidez e pelo torque isométrico dos rotadores laterais do quadril.

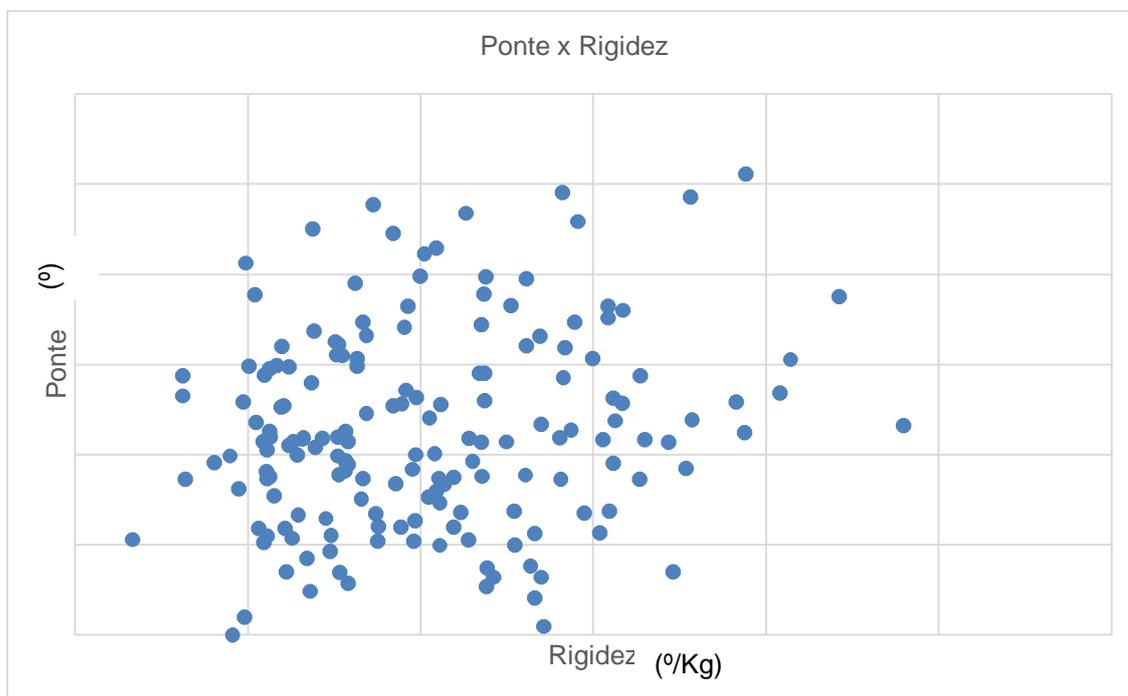
Observa-se uma correlação entre os indivíduos que apresentaram menores valores de torque com o elevado valor da angulação da queda pélvica (GRÁFICO 1).

Gráfico 1 - Correlação entre os valores de torque e queda pélvica durante o teste da ponte unilateral



Ao avaliarmos a rigidez e a ponte foi possível observar a mesma tendência da amostra (GRÁFICO 2), onde os maiores valores de rigidez possuem menores valores de queda pélvica encontrados. Logo, as variáveis rigidez e torque se correlacionam de maneira inversa a queda pélvica apresentada pelos indivíduos em análise.

Gráfico 2 - Correlação entre os valores de rigidez e queda pélvica durante o teste da ponte unilateral



4 DISCUSSÃO

O presente estudo foi realizado com o objetivo de analisar a associação da rigidez passiva e torque dos RL do quadril com a queda pélvica no plano transversal durante o teste de ponte unilateral em atletas. De acordo com os resultados encontrados 76% da queda pélvica pode ser explicada pela rigidez e pelo torque isométrico dos RL do quadril. A extensão unilateral do joelho produz um torque rotacional no quadril, onde deve gerar um mecanismo para manter um alinhamento horizontal paralelo entre solo e o quadril (ANDRADE *et al.*, 2012). Dessa forma, com o teste é possível identificar desequilíbrios, assimetrias e compensações realizadas pelo corpo no plano transversal, para a manutenção do alinhamento de tronco, pelve e membros inferiores (ANDRADE *et al.*, 2012). Também pode ser usado como exercício de tratamento para pacientes com lombalgias e prevenção de lesões (ANDRADE *et al.*, 2012). Sendo um importante instrumento na prática clínica, devido seu baixo custo e fácil reprodutibilidade (ANDRADE *et al.*, 2012).

Alguns autores defendem o complexo lombo-pélvico-quadril (*core*) como importante estabilizador para atividades dinâmicas (BUTOWICZ *et al.*, 2016; WILKERSON; GILES; SEIBEL, 2012; HIBBS *et al.*, 2008; KLIBER; PRESS; SCIASCIA, 2006). Um estudo com jogadores de futebol demonstrou que os movimentos da pelve e tronco, durante a movimentação rotacional em diferentes direções, estão relacionados com a estabilidade e performance eficiente dos atletas durante o chute (SANTOS *et al.*, 2013). BITTENCOURT (2015) mostra que uma capacidade baixa de estabilidade pélvica, pode gerar maior necessidade dos músculos de produzir e dissipar força para os membros inferiores durante atividades esportivas, com isso, ocorre um aumento da demanda local na região da coxa decorrente da prática de chute, corrida e drible podendo gerar assim, o aumento da probabilidade de lesão muscular dos isquiossurais e adutores. Dessa forma, uma baixa estabilidade central prejudicaria a transmissão, transferência e controle da força entre os segmentos distais e proximais, tornando o indivíduo predisposto a desenvolvimento de lesões durante a prática esportiva. (SANTOS *et al.*, 2013).

Já é descrito na literatura a validação da rigidez passiva do quadril por meio do teste dos RL (ANDRADE *et al.* 2012), e tal teste indexa a rigidez à capacidade estabilizadora da articulação do quadril. Sendo que, altos valores angulares indicam maior rotação medial do fêmur, podendo gerar alterações do alinhamento dos MMII

em atividade de cadeia cinemática fechada (FONSECA *et al.*, 2007; CARVALHAIS *et al.*, 2011). A relação desses movimentos ocorre devido à rotação medial do quadril que gera a rotação medial da perna, na qual favorece uma pronação da articulação subtalar. Esses movimentos podem modificar a postura da pelve nos planos sagital e frontal e, conseqüentemente, o alinhamento da coluna vertebral, podendo assim, justificar a ocorrência de lesões musculoesqueléticas, como dor lombar, rupturas ligamentares no joelho e SDPF (BITTENCOURT, 2015; CARVALHAIS *et al.*, 2011; LEITE *et al.*, 2012). Estudos anteriores já comprovaram uma relação entre rigidez passiva e produção de torque em outras articulações (LEITE *et al.*, 2012). Ocarino *et al.* (2008) demonstrou que, ao fortalecer os músculos flexores do cotovelo nos últimos 40° de flexão, houve um aumento da rigidez passiva dessa articulação.

Observa-se que os rotadores laterais possuem uma importante função quanto à limitação da adução e rotação medial do fêmur nas contrações concêntrica, excêntrica e isométrica. (NAKAGAWA *et al.*, 2011). A fraqueza deste grupo muscular também está associada ao excessivo movimento no plano transversal prejudicando o alinhamento e aumentando o estresse no membro inferior, sendo um importante contribuinte para lesões de LCA (BALDON, 2013). Além de controlar a melhor movimentação do fêmur, os rotadores laterais produzem um torque capaz de auxiliar o controle sobre a inclinação anterior da pelve, que favorece a rotação interna do membro inferior (NAKAGAWA *et al.*, 2008). Pesquisas recentes demonstraram que a melhor ativação da musculatura rotadora lateral do quadril acontece quando a pelve apresenta-se mais próxima ao neutro, sendo que quanto mais próxima a 90° de flexão de quadril menor sua eficiência na geração do torque rotacional. (BALDON, 2013). Logo, a manutenção da postura neutra do quadril, durante o teste da ponte unilateral, permite uma melhor ativação dos RL, sendo eles então, um importante contribuinte para a manutenção do alinhamento pélvico.

Algumas limitações são observadas no presente estudo, como a não análise dos rotadores mediais do quadril; o alinhamento do colo femoral e não foram analisadas a influência de lesões anteriores nesta articulação, em relação a indivíduos saudáveis, nos valores obtidos durante o teste. Para futuras pesquisas tais pontos levantados podem ser estudados como uma forma de buscar um maior entendimento sobre o assunto abordado neste presente estudo.

A forte associação das variáveis encontradas no presente estudo explica a hipótese de que um músculo com rigidez e torque inadequados é incapaz de estabilizar a articulação do quadril e pode contribuir com a queda pélvica. Neste sentido, este estudo torna evidente a contribuição da musculatura do quadril durante o teste da ponte, corroborando com a importância biomecânica da musculatura dessa região, não somente para prevenção de lesões e manutenção do equilíbrio do *core*, como também, na melhora no desempenho dos atletas durante a prática esportiva. Finalmente, o teste da ponte de quadril é um instrumento útil para direcionar o tratamento e programas de prevenção, devido a alta reprodutibilidade e baixo custo.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo possibilita observar a contribuição da rigidez dos RL do quadril na manutenção da estabilidade pélvica durante o teste da ponte unilateral em atletas. Ressalta-se ainda que o teste da ponte unilateral no plano transversal possibilita desafiar e observar o comportamento da região lombo-pélvica quadril. Este teste é de fácil reprodutibilidade e baixo custo, e pode ser usado na avaliação pré-temporada de atletas e também na avaliação para reabilitação como possível critério de evolução clínica.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J.A. *et al.* Capacidade de estabilização pélvica em nadadores de diferentes estilos. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v.21, n.2, p. 89-93, mar/abr. 2015.
- ANDRADE, J.A. *et al.* Reliability of transverse plane pelvic alignment measurement during the bridge test with unilateral knee extension. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.16, n.4, p. 268-74. 2012.
- AQUINO, C.F. *et al.* Análise da relação entre flexibilidade e rigidez passiva dos isquiotibiais. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v.12, n.4, p. 195-200, jul/ago. 2006.
- ARAUJO, V.L. *et al.* Efeito dos exercícios de fortalecimento e alongamento sobre a rigidez tecidual passiva. **Fisioterapia em Movimento**, v.25, n.4, p. 869-882, out/dez. 2012.
- ARAUJO, V.L. *et al.* Validade e confiabilidade de medidas clínicas para avaliação da rigidez passiva da articulação do tornozelo. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.15, n.2, p. 166-173, mar/abr. 2011.
- BALDON, R.M.; FURLAN, L.; SERRÃO, F.V. Influence of the Hip Flexion Angle on Isokinetic Hip Rotator Torque and Acceleration Time of the Hip Rotator Muscles. **Journal of Applied Biomechanics**, v.29, p. 593-599. 2013.
- BITTENCOURT, *et al.* Foot and hip contributions to high frontal plane knee projection angle in athletes: a classification and regression tree approach. **J Orthop Sports Phys Ther**, v.42, n.12, p. 996-1004, dez. 2012.
- BITTENCOURT, N.F.N. **Modelo relacional capacidade e demanda**: investigando lesões musculares na coxa em atletas jovens de futebol. Tese (Doutorado em Ciências da Reabilitação) . Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.
- BUTOWICZ, C.M. *et al.* Validation of two clinical measures of core stability. **The International Journal of Sports Physical Therapy**, v.11, n.1, p. 15-23, fev. 2016.
- CARVALHAIS, V.O.C. *et al.* Validity and reliability of clinical tests for assessing hip passive stiffness. **Manual Therapy**, v.16, n.3, p. 240-245, jun. 2011.
- FONSECA, S.T. *et al.* Integration of Stress and Their Relationship to the Kinetic Chain. In: MAGEE, D.J, ZACHAZEWSKI, J.E, QUILLEN, W.S. (Ed.) **Scientific Foundations and Principles of Practice in Musculoskeletal Rehabilitation**. St. Louis Saunders: Elsevier, 2007. p. 476 a 486.
- FONSECA, S.T; OCARINO, J.M; SILVA, P.L.P. Ajuste da rigidez muscular via sistema fuso-muscular-gama: implicações para o controle da estabilidade articular. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.8, n.3, p. 187-195, ago. 2004.

GRANACHER, U. *et al.* Effects of core strength training using unstable surfaces on physical fitness in adolescents: a randomized controlled trial. **BMC Sports Science, Medicine, and Rehabilitation**, v.6, n.40, p. 1-11. 2014.

HIBBS, A.E. *et al.* Optimizing performance by improving core stability and core strength. **Sports Medicine**, v.38, n.12, p. 995-1008. 2008.

KIBLER, W.B; PRESS, J; SCIASCIA, A. The role of core stability in athletic function. **Sports Medicine**, v.36, n.3, p. 189-198. 2006.

LEITE, D.X. *et al.* Relação entre rigidez articular passiva e torque concêntrico dos rotadores laterais do quadril. **Revista brasileira de fisioterapia**, v.16, n.5, p. 414-421, set/out. 2012.

NAKAGAWA, T.H. *et al.* Relationship among eccentric hip and knee torques, symptom severity and functional capacity in females with patellofemoral pain syndrome. **Physical Therapy in Sport**, v.12, n.3. p. 133-139, ago. 2011.

NAKAGAWA, T.H. *et al.* The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. **Clinical Rehabilitation**, v.22, n.12. p. 1051. 1060, dez. 2008.

NEUMANN, D.A. **Cinesiologia do Aparelho Musculoesquelético: Fundamentos para a Reabilitação Física**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

OCARINO, J.M. *et al.* Alterations of stiffness and resting position of the elbow joint following flexors resistance training. **Manual Therapy**, v.13, n.5, p. 411-418, out. 2008.

PEATE, W.F. *et al.* Core strength: a new model for injury prediction and prevention. **Journal of occupational medicine and toxicology**, v.2, n.3, p. 1-9, abr. 2007.

SANTOS, J.P.M; FREITAS, G.F.P. Métodos de treinamento da estabilização central. **Semina: Ciências Biológicas da Saúde**, v.31, n.1. p. 93-101, jan/jun. 2010.

SANTOS, T.R.T *et al.* Active control stabilization of pelvic position in the transverse plane: an evaluation of soccer players' performance. **Physical Therapy in Sport**, v.15, n.3. p. 189-193, ago. 2013.

SCHELLENBERG, K.L. *et al.* A clinical tool for office assessment of lumbar spine stabilization endurance: Prone and supine bridge maneuvers. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v.86, n.5, p. 380-386, mai. 2007.

SHERRY, M.A.; BEST, T.M.A. Comparison of 2 Rehabilitation Programs in the Treatment of Acute Hamstring Strains. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v.34, n.3, p. 116-125. 2004.

WILKERSON, G.B; GILES, J.L; SEIBEL, D.K. Prediction of core and lower extremity strains and sprains in collegiate football players: a preliminary study. **Journal of athletic training**, v.47, n.3, p. 264-272, mai/jun. 2012.

WILSON, J.D. *et al.* Core stability and its relationship to lower extremity its function and injury. **Journal of the american of orthopedic surgeons**, v.13, n.5, p. 316-325, set. 2005.

ANEXO 1 É APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA DA UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Parecer nº. ETIC 0493.0.203.000-09

Interessado(a): Prof. Sérgio Teixeira da Fonseca
Departamento de Fisioterapia
EEFFTO – UFMG

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 19 de novembro de 2009, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado "**Avaliação dos fatores de risco para lesões músculo-esqueléticas em atletas**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

Prof. Maria Teresa Marques Amaral
Coordenadora do COEP-UFMG

ANEXO 2 É TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(Terminologia obrigatória em atendimento a resolução 196/96 - CNS-MS)

Pesquisadora: Natalia Franco Netto Bittencourt
Orientador: Prof.Dr. Sérgio Teixeira da Fonseca

Você está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa intitulado **“VALIAÇÃO DOS FATORES DE RISCO PARA LESÕES MÚSCULOESQUELÉTICAS EM ATLETAS”**, da aluna Natalia Franco Netto Bittencourt, para a tese de Doutorado do programa de pós-graduação em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) sob orientação do *Prof. Dr. Sérgio Teixeira da Fonseca*. **É necessário que você leia atentamente este termo antes de autorizar sua participação nesse estudo.**

Caso concorde em participar da pesquisa, a coleta dos dados será realizada no Laboratório de Prevenção e Reabilitação de Lesões Esportivas (LAPREV) do CENESP localizado na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG ou no centro de treinamento da equipe esportiva. Você será medido(a), pesado(a), e realizará os testes do agachamento, alinhamento do pé, flexibilidade dos músculos da perna e força dos músculos do quadril e joelho.

Teste do agachamento e ponte: serão fixados no seu corpo 8 marcadores reflexivos, utilizando micropore. Após a marcação você irá realizar 3 agachamentos com cada perna. Em seguida você realizará o teste da ponte. Deitado de barriga para cima, você irá elevar o quadril e depois esticar um dos joelhos. Esses movimentos serão filmados para análise posterior com um software. Devido ao posicionamento da câmera seu rosto não será filmado, permitindo a identificação apenas por número.

Teste da força dos músculos do quadril: deitado de barriga para baixo sobre uma maca, você irá fazer força no sentido de rodar externamente seu quadril por 5 segundos com intervalo de 15 segundos entre três contrações ou até sentir desconforto e quiser interromper o teste.

Avaliação do alinhamento do pé: deitado de barriga para baixo sobre uma maca, com os pés posicionados para fora dela, você irá sustentar seu tornozelo até 90° de flexão para o pesquisador fazer três fotografias do alinhamento do seu pé. O procedimento será repetido com o outro pé. As fotos serão analisadas posteriormente com o software Simi Motion.

Flexibilidade dos músculos isquissurais e retofemoral: você será posicionado de barriga para cima, irá relaxar a perna para o examinador medir com um dispositivo o ângulo do joelho. Em seguida, você deverá deitar no extremo da maca e abraçar uma perna, para então o examinador mensurar o ângulo do joelho da outra perna.

Os riscos são mínimos. Você pode apenas sentir cansaço ou dores fatigantes nas pernas e ombros durante o teste de força muscular e agachamento. Não serão utilizados materiais perfuro-cortantes como seringas ou agulhas.

Os resultados desse estudo poderão contribuir na prática clínica de fisioterapeutas, possibilitando aos profissionais a comparação de medidas, podendo avaliar e monitorar progressos de tratamentos.

Sua participação é voluntária e não lhe trará nenhum gasto financeiro, nem lhe será paga nenhuma remuneração. Você poderá interromper a sua participação a

qualquer momento, durante a coleta de dados, sem qualquer penalização ou prejuízo.

Sua identidade não será revelada em momento algum. Somente as pesquisadoras e o orientador envolvido terão acesso a seus dados, que serão apenas para fins de pesquisa.

Declaro que li e entendi as informações contidas acima e que todas as dúvidas foram esclarecidas. Este formulário está sendo assinado voluntariamente por mim, indicando meu consentimento em participar do estudo.

Belo Horizonte, _____ de _____ de 20____.

Assinatura do voluntário

Assinatura do pesquisador

Pesquisadores responsáveis:

Natalia F.N.Bittencourt Tel: 87882630 natalia@minastc.com.br

Luciana De Michelis Tel: 3309-2330

lucianademichelis@yahoo.com.br

Sérgio Teixeira da Fonseca Tel: 3409- 4782 sfonseca@pib.com.br

Av. Antônio Carlos, 6627 - EEEFTO/UFMG Belo Horizonte/ MG - CEP 31270-901

Comitê de Ética em Pesquisa

Av. Antônio Carlos, 6627 - Campus Pampulha

Unidade Administrativa II . 2º andar . sala: 2005

Belo Horizonte . CEP: 31270-901

Tel: COEP (31) 3409- 4592