

Alessandra Duarte Zerlottini

Clarissa Esteves Reis

Diego da Silva Carvalho

**EFEITO DO FORTALECIMENTO DOS MÚSCULOS ABDOMINAIS SOBRE A
ESTABILIDADE PÉLVICA DURANTE O TESTE DA PONTE COM EXTENSÃO
UNILATERAL DE JOELHO**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2013

Alessandra Duarte Zerlottini
Clarissa Esteves Reis
Diego da Silva Carvalho

**EFEITO DO FORTALECIMENTO DOS MÚSCULOS ABDOMINAIS SOBRE A
ESTABILIDADE PÉLVICA DURANTE O TESTE DA PONTE COM EXTENSÃO
UNILATERAL DE JOELHO**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em
Fisioterapia da Escola de Educação Física,
Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade
Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Juliana de Melo Ocarino

Coorientador: Ms. Miguel Arcanjo de Assis

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG
2013

Aos nossos pais, que contribuíram de forma especial para a realização deste sonho, eterno amor e gratidão.

Aos nossos amigos e familiares, pelo carinho, respeito e compreensão nos momentos em que estivemos ausentes, um obrigado especial.

AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Deus, por possibilitar a realização de mais este sonho.

Aos nossos pais, Antônio Reis e Cleonice Carvalho, Marcos Apolônio e Rita de Cássia, Francisco Zerlottini e Cleusa Duarte, pelo amor e carinho imensuráveis, pelo incentivo em todos os momentos de nossas vidas, por nos dar força quando fraquejamos e apoio para alcançarmos nossos objetivos.

Aos nossos irmãos, namorados e cônjuges, por valorizarem nossos esforços, por estarem sempre ao nosso lado, cientes das dificuldades que enfrentaríamos e, sobretudo, preocupados com o nosso bem estar e sucesso.

Aos familiares e amigos, em geral, pela compreensão nos momentos em que abdicamos do convívio em função do curso, por toda força e respeito.

À nossa orientadora, professora Dr^a Juliana de Melo Ocarino, pela imensa dedicação e competência na tarefa de nos orientar na criação e desenvolvimento deste trabalho. Obrigado por toda atenção, paciência, disponibilidade de tempo e disposição em nos ensinar e, por compartilhar seu imenso conhecimento em Fisioterapia.

Ao nosso coorientador Ms. Miguel Arcanjo de Assis, pelo apoio e parceria na execução deste projeto, por seu esforço e dedicação na tarefa de orientar, mesmo em meio a todas as atividades e compromissos com sua pesquisa. Obrigado por sua amizade, por compartilhar todo o seu conhecimento, por nos ensinar a trabalhar em equipe e despertar nosso interesse pela pesquisa científica.

Ao Ms. Thiago Ribeiro Teles dos Santos, pelo exemplo como pesquisador, por colaborar no desenvolvimento deste trabalho e pela disponibilidade em contribuir sempre que necessitamos.

A todo o corpo docente do curso de graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais, por despertarem a busca pelo conhecimento e contribuírem por nossa paixão imediata por este curso.

Aos nossos colegas de turma, em especial, Luisa, Danielle, Ana Gabriela, Camilla e Roberta Maria, por todos os momentos de alegria, amizade, respeito e cumplicidade ao longo do curso. Jamais nos esqueceremos das gargalhadas, brincadeiras, trabalhos em grupo, almoços, brigas, discussões, desesperos antes

das provas, em que passamos todos juntos. Cada um de vocês tem um lugar especial dentro dos nossos corações.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho e para a nossa formação ao longo destes anos.

RESUMO

Introdução: Atividades prolongadas, em posturas nem sempre ideais e movimentos repetitivos podem recrutar, de maneira assimétrica, os músculos da cintura pélvica e tronco e causar assimetrias musculares. A presença de assimetria nos músculos oblíquos interno, externo e reto do abdômen pode resultar em uma menor capacidade dessa musculatura para estabilizar a pelve durante a realização de atividades. O teste da ponte com extensão unilateral de joelho permite a avaliação da capacidade de estabilização lombopélvica. Além disso, este teste também tem sido utilizado na clínica como uma possibilidade para avaliar desequilíbrios e assimetrias dos músculos abdominais. Nesse sentido, um aumento na capacidade de geração de força dos músculos abdominais seria melhor refletida por um melhor desempenho de indivíduos no teste da ponte. **Objetivo:** Investigar o efeito do fortalecimento dos músculos oblíquos abdominais e reto abdominal sobre a estabilidade pélvica de indivíduos adultos saudáveis durante a realização do teste da ponte com extensão unilateral de joelho. **Materiais e método:** Os indivíduos foram recrutados por conveniência e a amostra foi constituída de 22 participantes do sexo masculino, sedentários, sendo 11 indivíduos do Grupo Fortalecimento (GF) e 11 indivíduos do Grupo Controle (GC). Após familiarização com o teste, os participantes de ambos os grupos foram submetidos ao teste da ponte, no qual realizaram três repetições com cada membro inferior. O teste foi registrado com uma filmadora para posterior análise por meio de um programa de análise de movimento bidimensional. Os participantes do GF foram submetidos a 24 sessões de treinamento, com o objetivo de aumentar a força e o trefismo dos músculos abdominais. Para a determinação da carga inicial de cada um dos exercícios propostos para o treinamento, foi realizado o Teste de Uma Repetição Máxima (1RM). Os participantes do GC foram orientados a permanecer sem a prática regular de exercícios físicos durante as 8 semanas. Após esse período, ambos os grupos foram reavaliados. As variáveis analisadas foram magnitude de queda pélvica no lado do membro inferior não dominante e assimetria (relativa e absoluta) entre os lados. Para a análise das variáveis magnitude e assimetria de queda pélvica foi utilizada uma análise de variância (ANOVA) mista. Uma Análise de Variância Multivariada

(MANOVA) de medidas repetidas foi utilizada para comparação dos valores de uma repetição máxima (1RM) entre a avaliação e reavaliação nos dois exercícios realizados. **Resultados:** Os valores médios de 1RM para os exercícios de flexão com rotação e rotação de tronco apresentaram um aumento significativo, demonstrando uma capacidade maior em gerar força pelos músculos abdominais dos participantes submetidos ao protocolo de treinamento. Contudo, não foram observadas diferenças nas variáveis magnitude e assimetria de queda pélvica. **Discussão e conclusão:** Os resultados encontrados indicaram que o fortalecimento específico dos músculos abdominais, por si só, não foi suficiente para melhorar a capacidade de estabilização pélvica durante a realização do teste da ponte com extensão unilateral de joelho. As explicações para estes achados incluem a participação de outros músculos na estabilização lombopélvica, a existência de alterações biomecânicas individuais e a ausência de um treinamento específico para a tarefa da ponte.

Palavras-chave: Pelve. Estabilização lombopélvica. Assimetrias musculares. Fortalecimento muscular. Teste da ponte com extensão unilateral de joelho.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 . Visualização dos marcadores reflexivos fixados nas espinhas ilíacas ântero-superiores	16
FIGURA 2 . Posição inicial do teste da ponte	17
FIGURA 3 . Execução do teste da ponte com extensão unilateral de joelhos. O indivíduo é orientado a elevar sua pelve da maca, realizando a ponte (3a e 3b). Em seguida, é orientado a estender um de seus membros inferiores, de modo a posicionar o joelho do membro em extensão na mesma altura do joelho da perna de apoio (3c e 3d)	17
FIGURA 4 . Demonstração dos exercícios realizados pelo GF. a) Exercício de flexão associada à rotação de tronco. b) Exercício de rotação de tronco.....	18
FIGURA 5 . Determinação do ângulo de queda pélvica no plano transversal, através do programa SIMI Motion Twin®.....	21

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 . Valores de média e desvio padrão de 1RM dos exercícios realizados com o grupo fortalecimento.....23

TABELA 2 . Valores de média e desvio padrão da magnitude e assimetria de queda pélvica.....24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFMG . Universidade Federal de Minas Gerais

EEFFTO . Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

LAPREV . Laboratório de Prevenção e Reabilitação de Lesões Esportivas

CENESP . Centro de Excelência Esportiva

1RM . Uma Repetição Máxima

ICC . Índice de correlação intraclasse

GF . Grupo fortalecimento

GC . Grupo controle

ANOVA . Análise de Variância

MANOVA . Análise de Variância Multivariada

MIND . Membro inferior não dominante

MID . Membro inferior dominante

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Hipótese	13
2	MATERIAIS E MÉTODO	14
2.1	Delineamento do estudo.....	14
2.2	Amostra	14
2.3	Instrumentação.....	15
2.4	Procedimentos	15
2.5	Redução dos dados.....	20
2.6	Análise estatística.....	22
3	RESULTADOS	23
4	DISCUSSÃO	25
	REFERÊNCIAS	29
	APÊNDICE A É TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO ASSINADO PELO GRUPO CONTROLE	34
	ANEXO A É TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO ASSINADO PELO GRUPO FORTALECIMENTO	37
	ANEXO B É QUADRO COM DESCRIÇÃO DOS EXERCÍCIOS REALIZADOS	41

1 INTRODUÇÃO

Os músculos do tronco e da cintura pélvica desempenham uma função protetora importante na região lombopélvica do corpo, proporcionando estabilidade, modulando a sua rigidez, controlando movimentos e permitindo um suporte de cargas significativamente maior (REEVES *et al.*, 2006; LEE, 2001). Entretanto, as ocupações e o estilo de vida moderno, que envolvem atividades prolongadas, em posturas nem sempre ideais e um grande número de movimentos repetitivos (JANDA, 1995; GOECKING *et al.*, 2006; JAYME JÚNIOR *et al.*, 2004) podem recrutar de maneira assimétrica os músculos da cintura pélvica, tronco e de outros segmentos corporais (SILVA *et al.*, 2012). Estas alterações no padrão de recrutamento muscular podem favorecer o aumento de força e/ou rigidez em alguns músculos mais do que em outros, levando ao surgimento de assimetrias musculares (EKSTRAND; GILLQUIST, 1983; TAYLOR *et al.*, 1993; RIBEIRO *et al.*, 2007). Contudo, o processo de instalação de assimetrias musculares, geralmente, não é perceptível ao indivíduo, até que suas consequências comecem a se manifestar (MORAES, 2002; AQUINO *et al.*, 2010).

Levando em consideração o complexo de cadeias musculares que compõem o corpo humano, tais assimetrias podem levar a uma série de compensações locais. Assim, podem-se observar alterações na postura da pelve . anteversão, retroversão, rotações e desnivelamentos, e, da coluna vertebral . hiperlordose, hipercifose, escoliose e rotações. Além disso, elas podem levar a compensações distais, como alterações na postura da cabeça, dos ombros e dos joelhos . implicando em disfunções do movimento humano (VEIGA *et al.*, 2011; MORAES, 2002; NORRIS, 1995; GOECKING *et al.*, 2006; LEE, 2001; SOUZA *et al.*, 2011; NEUMANN, 2006; POWERS, 2010; LEETUN, 2004). Estas disfunções podem iniciar um ciclo de eventos que induz a lesões teciduais, que podem progredir de microtraumas para macrotraumas, levando ao início insidioso de quadros álgicos e patologias musculoesqueléticas (GOECKING *et al.*, 2006; AQUINO *et al.*, 2010; VEIGA *et al.*, 2011; MORAES, 2002). Dessa forma, faz-se necessário um adequado equilíbrio entre os músculos do tronco e da cintura pélvica, a fim de garantir uma

maior estabilidade à região central do corpo (KIBLER *et al.*, 2006; PARKHOUSE; BALL, 2011).

A importância dos músculos abdominais nos movimentos do tronco, na prevenção e tratamento da dor lombar, bem como o seu papel na estabilização central do corpo, tem sido descrita na literatura (PAÑEGO *et al.*, 2009). Entende-se por estabilização central a capacidade do corpo em controlar os movimentos do tronco em relação à pelve, em resposta a perturbações internas e externas (ZAZULAK *et al.*, 2007), permitindo assim uma ótima produção, transferência (MYERS, 2003) e controle de forças (PARKHOUSE; BALL, 2011; KIBLER *et al.*, 2006). Da mesma forma, propicia a estabilidade proximal adequada de que o corpo precisa para permitir a mobilidade das extremidades distais (NIKOLAIDIS, 2010; KIBLER *et al.*, 2004; ZAZULAK *et al.*, 2007; PARKHOUSE; BALL, 2011; KIBLER *et al.*, 2006; AKUTHOTA; NADLER, 2004). A presença de assimetrias musculares no complexo cruzado anterior, o qual abrangem os músculos oblíquos interno, externo e reto do abdômen resultam em menor capacidade dos indivíduos para resistirem às perturbações impostas à pelve no plano transversal (SILVA *et al.*, 2012; LEE, 2001). Assim, as atividades e movimentos repetitivos, o desalinhamento postural e as alterações no padrão de recrutamento muscular podem contribuir para o desenvolvimento de desequilíbrios na capacidade de estabilização central (ZAZULAK *et al.*, 2007; ZAZULAK *et al.*, 2007; KIBLER *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2012). Diversos estudos mostraram a influência de componentes entre o tronco e a pelve na ocorrência de lesões de joelho (POWERS, 2010; ZAZULAK *et al.*, 2007; LEETUN *et al.*, 2004; McCONNELL, 2002; SNYDER *et al.*, 2009; WILSON, 2005; NADLER, 2000), tornozelo (LEETUN *et al.*, 2004; NADLER, 2000) e no surgimento de lombalgias (LEETUN *et al.*, 2004; NADLER, 2000; NADLER, 2002). Tendo em vista estes aspectos, torna-se indispensável a realização de testes que propõe avaliar propriedades tais como estabilidade pélvica, produção, transmissão e controle de forças, auxiliando o clínico a entender como o sistema musculoesquelético lida com as forças às quais está submetido.

A literatura descreve inúmeros testes para a avaliação de desempenho dos mais variados grupos musculares (STEVENS *et al.*, 2006; KRAUSE *et al.*, 2005), entre eles, o teste de ponte com extensão unilateral de joelho (ANDRADE *et al.*,

2012). Tal teste é caracterizado como simples e de fácil aplicação, que pode ser interpretado visualmente ou com auxílio de um programa de análise de movimento (ANDRADE *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012). Consiste na realização do exercício de ponte, onde é feita a elevação da pelve, estando o indivíduo em decúbito dorsal, com os joelhos fletidos, pés apoiados e a sustentação dessa posição. Após assumir tal postura, realiza-se a extensão de um dos membros inferiores. A finalidade desse teste é a análise de possíveis desequilíbrios e assimetrias musculares, bem como as compensações realizadas pelo corpo para a manutenção do alinhamento pélvico, desafiado pelo torque de rotação da pelve e da coluna, gerado pelo peso do membro inferior elevado. A queda pélvica no plano transversal sugere baixa rigidez, fraqueza e/ou baixa resistência da musculatura de oblíquos abdominais (oblíquo externo contralateral e oblíquo interno ipsilateral à perna elevada), entre outros músculos, como os adutores e rotadores internos do quadril da perna de apoio (ANDRADE *et al.*, 2012). Portanto, a interação de força e rigidez desses músculos parece influenciar o resultado do teste da ponte com extensão unilateral de joelho, promovendo uma melhora na estabilidade pélvica durante a realização do mesmo. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo investigar o efeito do fortalecimento dos músculos oblíquos abdominais e reto abdominal, em indivíduos adultos saudáveis, sobre a capacidade de estabilização pélvica durante a realização do teste da ponte com extensão unilateral de joelho.

1.1 Hipótese

H1: Indivíduos do grupo fortalecimento apresentarão uma redução significativa da magnitude e assimetria da queda pélvica, quando comparados aos indivíduos do grupo controle.

2 MATERIAIS E MÉTODO

2.1 Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo do tipo quase-experimental, vinculado a um trabalho de mestrado (Efeito do fortalecimento dos músculos do membro superior e do tronco sobre a cinemática e o desempenho na tarefa de chute). Os procedimentos de medidas e o protocolo de fortalecimento foram conduzidos no Laboratório de Prevenção e Reabilitação de Lesões Esportivas do Centro de Excelência Esportiva (LAPREV-CENESP) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A realização deste estudo obedeceu aos princípios éticos para pesquisa envolvendo seres humanos, conforme a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG . Parecer ETIC 0676.0.203.000-11.

2.2 Amostra

Os participantes foram recrutados por conveniência. A amostra foi constituída de 22 participantes do sexo masculino, sendo 11 indivíduos do Grupo Fortalecimento (GF) e 11 indivíduos do Grupo Controle (GC). Como critérios de inclusão, o participante deveria: (1) ter idade entre 18 e 35 anos; (2) não estar praticando ou ter praticado treino de força muscular, nos últimos três meses; (3) não apresentar dor lombar; (4) não ter sofrido lesões ou apresentado sintomas músculo-esqueléticos, nos últimos três meses e (5) apresentar índice de massa corporal menor ou igual a 29 kg/m^2 . Este critério foi selecionado a fim de garantir uma melhor confiabilidade da palpação de extremidades ósseas, para colocação dos marcadores durante a análise do teste da ponte. Após serem recrutados, os participantes foram alocados em dois grupos: grupo fortalecimento (GF) e grupo controle (GC), de forma

que os participantes do GC foram pareados por altura e massa corporal, em relação aos do GF. Os avaliadores não foram velados quanto à alocação dos voluntários nos respectivos grupos. Durante o estudo foram excluídos os participantes que: (1) apresentaram cãimbra ou dor musculoesquelética durante as coletas de dados e (2) que não compareceram a cinco ou mais sessões (menos de 80%) do total de 24 sessões.

2.3 Instrumentação

A massa corporal e a altura dos participantes foram determinadas por meio de uma balança com altímetro. O teste da ponte foi registrado por uma filmadora digital (Samsung® HMX-Q130TN/XAZ Full HD, Seoul, Coréia do Sul), posicionada a uma distância fixa, padronizada para todos os participantes, paralela ao chão e com o plano de captação da imagem ortogonal ao plano transversal pélvico. A altura do tripé foi determinada com o seguinte critério: antes da realização do teste da ponte com extensão unilateral do joelho, o voluntário permaneceu na posição exigida e realizou a queda máxima da pelve. Se o marcador reflexivo não aparecesse na filmagem, a altura do tripé seria alterada. Com isso, foram realizadas alturas padrão denominadas alturas 1 (1,07m), 2 (1,15m), 3 (1,27m) e 4 (1,38m). A mesma altura foi utilizada para cada indivíduo nas condições avaliação e reavaliação. Além disso, foi utilizado um aparelho de musculação *cross-over* para realização dos exercícios de fortalecimento.

2.4 Procedimentos

Os voluntários receberam uma explicação detalhada sobre todos os procedimentos a serem realizados na pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, concordando em participar do estudo. Inicialmente, foram medidas a massa corporal e altura dos participantes e foi

realizado o teste para determinação da altura do tripé. O teste da ponte foi realizado conforme procedimento descrito por Andrade *et al.*, 2012. Marcadores reflexivos foram fixados com fita dupla face nas espinhas ilíacas ântero-superiores dos participantes, para permitir a captura do movimento da pelve durante o teste da ponte (FIG. 1). Em seguida, o participante foi posicionado em decúbito dorsal em uma maca com as mãos posicionadas sob a cabeça. O quadril e joelhos foram fletidos em amplitude auto selecionada, com as plantas dos pés próximas e apoiadas na maca (FIG. 2a e 2b). O grau de flexão de joelho selecionado por cada participante na primeira coleta foi mensurado por um goniômetro universal, para garantir a mesma posição articular na segunda coleta. Para realização do teste, o participante foi solicitado a elevar o quadril/pelve da maca (FIG. 3a e 3b) e realizar extensão de um dos joelhos, mantendo o membro inferior elevado na mesma altura que a coxa do membro contralateral que estava apoiado (FIG. 3c e 3d). Esta posição foi mantida por 10 segundos e, em seguida, o teste foi realizado com o outro membro inferior. Foram realizadas 3 repetições com cada perna. A escolha da ordem do membro inferior a ser elevado foi determinada pelo participante (ANDRADE *et al.*, 2012). Antes do procedimento do teste, foi permitido ao participante realizar o movimento do mesmo uma vez com cada membro inferior para familiarização.

FIGURA 1 . Visualização dos marcadores reflexivos fixados nas espinhas ilíacas ântero-superiores.



FIGURA 2 . Posição inicial do teste da ponte.



FIGURA 3 . Execução do teste da ponte com extensão unilateral de joelhos. O indivíduo é orientado a elevar sua pelve da maca realizando a ponte (3a e 3b). Em seguida é orientado a estender um de seus membros inferiores de modo a posicionar o joelho do membro em extensão na mesma altura do joelho da perna de apoio (3c e 3d).



3a

3b



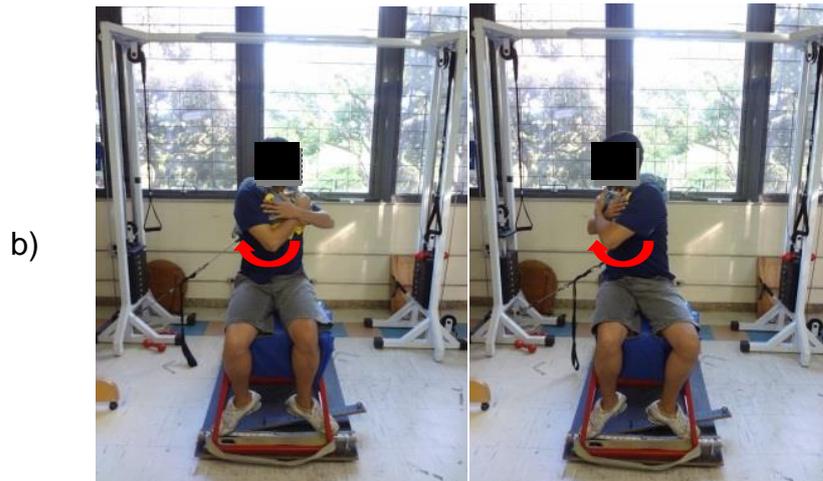
3c

3d

Após avaliação, os participantes do GF foram submetidos a um treinamento, com o objetivo de aumentar a força e o trefismo dos músculos abdominais: reto abdominal e oblíquos externo e interno, bilateralmente. Foram realizados dois exercícios, um de flexão com rotação do tronco (FIG. 4a) e outro de rotação de tronco isolada (FIG. 4b). Os exercícios foram realizados com o indivíduo sentado em um banco com fixações nos membros inferiores, para dar maior estabilidade durante a execução dos movimentos. O participante vestiu um colete que possibilitou a fixação do cabo ligado ao *cross-over*, o qual foi usado para imposição de sobrecarga. Em todos os exercícios, o indivíduo devia apoiar suas mãos no colete, de forma que seus braços se cruzassem, para evitar que houvesse contribuição de membros superiores durante a execução da tarefa.

FIGURA 4 . Demonstração dos exercícios realizados pelo GF. a) Exercício de flexão associada à rotação de tronco. b) Exercício de rotação de tronco.





Para a determinação da carga inicial de cada um dos exercícios propostos para o treinamento de força muscular, foi realizado o Teste de Uma Repetição Máxima (1RM), definido como a carga máxima que um indivíduo é capaz de utilizar para completar uma única repetição, em determinado exercício, com execução correta e amplitude específica (BARROS *et al.*, 2008; PEREIRA; GOMES, 2003; RAMALHO *et al.*, 2011).

O teste de 1RM foi realizado de forma direta, por meio do método de tentativa e erro. Se o indivíduo realizasse mais de uma repetição com uma carga proposta pelos examinadores, eram realizados incrementos na carga, até que fosse realizada apenas uma repetição máxima, com a correta execução do movimento (BARROS *et al.*, 2008; PEREIRA; GOMES, 2003). No presente estudo, foram permitidas até seis tentativas e erros, para identificar a carga de 1RM, em um mesmo dia de teste, tendo como intervalo de descanso 2 a 3 minutos (ACMS, 2003; ACMS, 2009). Foram ajustadas cargas de acordo com cada indivíduo. A carga máxima foi a última em que o indivíduo realizou um movimento com os padrões adequados de execução (ACMS, 2003; ACMS, 2009). Depois de finalizadas as 24 sessões de treinamento, os indivíduos do GF foram novamente submetidos ao teste de 1RM, cujo objetivo foi monitorar as alterações de força muscular decorrentes do protocolo de treino aplicado.

O protocolo de treinamento consistiu de três séries de oito repetições, com uma carga de aproximadamente 80% de uma repetição máxima (1RM) e período de repouso de 1 minuto e 30 segundos, entre as séries (ACMS, 2009). Os

exercícios foram realizados de forma isotônica, utilizando toda amplitude de movimento disponível na articulação. A carga do exercício foi aumentada em 10%, quando o participante conseguiu realizar nove repetições nas séries, por duas sessões consecutivas (ACMS, 2009). O treinamento foi realizado três vezes por semana, durante oito semanas, totalizando 24 sessões. O tempo de cada sessão de treinamento foi de aproximadamente 60 minutos.

Os participantes do GC foram orientados a permanecer sem a prática regular de exercícios físicos, durante as 8 semanas e foram acompanhados durante esse período, garantindo assim a execução das orientações. Após as 8 semanas, ambos os grupos foram reavaliados, utilizando os mesmos procedimentos descritos anteriormente.

2.5 Redução dos dados

A análise bi-dimensional (2D) de movimento foi realizada por um examinador por meio do programa SIMI Motion Twin®, para determinar o maior grau de queda pélvica (pico de queda pélvica), ou seja, o maior desalinhamento entre as duas espinhas ilíacas ântero-superiores, no plano transversal da pelve, durante os dez segundos de realização do teste (ANDRADE *et al.*, 2012). Para cada uma das três repetições, realizadas com cada perna, foram formados dois ângulos, um sobre o membro inferior dominante (denominado queda pélvica do lado dominante) e outro sobre o membro inferior não dominante (denominado queda pélvica do lado não dominante) (SILVA *et al.*, 2012). Os ângulos foram traçados a partir de duas linhas: uma linha horizontal e outra linha formada a partir do desalinhamento entre as duas espinhas ilíacas ântero-superiores que representou a posição da pelve em seu plano transversal (FIG. 5) (ANDRADE *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012). Em seguida, foi calculada a média dos picos de queda pélvica mensurados em cada repetição.

FIGURA 5 . Determinação do ângulo de queda pélvica no plano transverso através do programa SIMI Motion Twin®



Para a análise da variável magnitude de queda pélvica, foi escolhido o lado do membro inferior não dominante (MIND) dos participantes de ambos os grupos, pois os ganhos de força obtidos neste lado são mais evidentes nas fases iniciais do treinamento físico quando comparados com o lado do membro inferior dominante (MID), em decorrência de adaptações neurais (MAIOR; ALVES, 2003). Devido a uma menor demanda de recrutamento em atividades de vida diária, os músculos no lado do MIND não conseguem recrutar unidades motoras específicas, durante um movimento. Com o início do treinamento, ocorre o desenvolvimento da coordenação intra e intermuscular e, assim, o desenvolvimento da sincronização no recrutamento de unidades motoras (MAIOR; ALVES, 2003). Dessa forma, resultados mais significativos seriam esperados no lado do MIND com o treinamento de força.

A assimetria de queda pélvica entre os lados foi mensurada por meio de duas medidas, uma relativa e outra absoluta. A medida relativa foi obtida fazendo-se a diferença entre a média de queda pélvica, observada durante elevação do MIND, e a média de queda pélvica, observada durante a elevação do MID. Dessa forma, valores positivos indicam maior queda pélvica do lado não dominante e valores negativos indicam maior queda pélvica do lado dominante. A medida absoluta foi definida como o módulo da assimetria relativa (SILVA *et al.*, 2012).

Foram investigadas as confiabilidades para a fixação dos marcadores reflexivos nas espinhas ilíacas ântero-superiores dos participantes e análise da variável magnitude de queda pélvica nos vídeos para cada examinador. Todos obtiveram escore excelente nas confiabilidades intra ($ICC_1 = 0,89$; $ICC_2 = 0,89$; $ICC_3 = 0,85$) e inter-examinadores ($ICC_{1x2} = 0,90$; $ICC_{2x3} = 0,85$; $ICC_{3x1} = 0,93$). A confiabilidade foi determinada em um estudo piloto, em que sete vídeos foram analisados, em duas ocasiões, com intervalo de uma semana. Além disso, em estudo prévio, a análise da queda pélvica por meio desse programa também apresentou confiabilidade intrateste excelente ($ICC = 0,82$) (ANDRADE *et al.*, 2012).

2.6. Análise estatística

Inicialmente a distribuição dos dados foi verificada por meio do teste Shapiro-Wilk (distribuição normal). Para a análise da variável assimetria foi utilizada uma análise de variância (ANOVA) mista, com um fator independente (grupo: experimental e controle) e um fator de medida repetida (condição: pré e pós intervenção). Esta análise permitiu testar os efeitos principais grupo e condição, bem como a interação grupo x condição. Para analisar a variável queda pélvica, foi utilizada uma ANOVA mista, com um fator independente (grupo: experimental e controle) e dois fatores de medida repetida (condição: pré e pós intervenção . Lado: direito e esquerdo). Esta análise permitiu testar os efeitos principais grupo, condição e lado, bem como suas interações. No caso de efeito significativo apontado pelas ANOVAs, contrastes pré-planejados foram utilizados para localizar as diferenças. Uma Análise de Variância Multivariada (MANOVA), de medidas repetidas, foi utilizada para comparação dos valores de 1RM entre a avaliação e reavaliação nos dois exercícios realizados. Uma ANOVA para medidas repetidas foi utilizada para localizar as diferenças apontadas pela MANOVA. O nível de significância considerado para as análises foi de 0,05.

3 RESULTADOS

Os valores de média e desvio padrão para a variável 1RM dos exercícios de rotação e flexão com rotação de tronco realizados pelo GF estão apresentados na TABELA 1. A MANOVA de medidas repetidas reportou diferença significativa entre a avaliação e a reavaliação para os valores de 1RM ($F_{(1,10)}=145,89$; $p<0,0001$). As ANOVAS para medidas repetidas localizaram diferenças significativas entre pré e pós-intervenção em todos os exercícios (Rotação de tronco: $F_{(1,10)}=240,59$; $p<0,0001$ / Flexão com rotação de tronco: $F_{(1,10)}=21,82$; $p<0,0001$).

TABELA 1
Valores de média e desvio padrão de 1RM dos exercícios realizados com o grupo fortalecimento

	Avaliação	Reavaliação
Exercícios		
Flexão com rotação de tronco	71,82 (7,64)	83,82 (10,37)
Rotação de tronco	75,45 (6,07)	101,36 (7,07)

Os valores de média e desvio padrão das variáveis magnitude e assimetria (relativa e absoluta) de queda pélvica estão apresentados na TABELA 2. Em relação à variável magnitude de queda pélvica do lado não dominante, a ANOVA mista não reportou diferenças significativas, quando comparados os grupos controle e fortalecimento ($F_{(1,20)}=0,63$; $p=0,44$), condições pré e pós-intervenção ($F_{(1,20)}=0,28$; $p=0,6$), nem interação grupo x condições ($F_{(1,20)}=1,17$; $p=0,29$). Quanto às variáveis assimetria absoluta e assimetria relativa, a ANOVA também não reportou diferença significativa, quando comparados os grupos controle e fortalecimento (Assimetria Absoluta: $F_{(1,20)}=0,11$; $p=0,74$ / Assimetria Relativa: $F_{(1,20)}=0,51$; $p=0,48$), condições

pré e pós-intervenção (Assimetria Absoluta: $F_{(1,20)}=0,48$; $p=0,50$ / Assimetria Relativa: $F_{(1,20)}=1,63$; $p=0,22$), interação grupo x condições (Assimetria Absoluta: $F_{(1,20)}=0,76$; $p=0,39$ / Assimetria Relativa: $F_{(1,20)}=1,35$; $p=0,26$).

TABELA 2
Valores de média e desvio padrão da magnitude e assimetria de queda pélvica

	Pré-intervenção	Pós-intervenção
Fortalecimento		
Magnitude	14,25 (4,86)	13,00 (4,12)
Assimetria Absoluta	5,80 (5,22)	5,97 (5,45)
Assimetria Relativa	-2,97 (7,39)	-5,64 (5,83)
Controle		
Magnitude	11,95 (4,97)	12,37 (4,74)
Assimetria Absoluta	7,19 (3,23)	5,77 (4,59)
Assimetria Relativa	-2,23 (7,86)	-2,36 (7,18)

4 DISCUSSÃO

O presente estudo investigou o efeito do fortalecimento dos músculos oblíquos abdominais e reto abdominal sobre a estabilidade pélvica de indivíduos adultos, saudáveis, durante a realização do teste da ponte com extensão unilateral de joelho. Foram analisadas as variáveis magnitude de queda pélvica no lado do MIND e assimetrias (absoluta e relativa) entre os lados. Com base nos resultados, não houve diferença nas variáveis magnitude e assimetria de queda pélvica.

Os valores médios de 1RM para os exercícios de flexão com rotação e rotação de tronco apresentaram um aumento significativo, demonstrando uma maior capacidade de geração de força dos músculos abdominais dos participantes submetidos ao protocolo de treinamento. Este resultado poderia propiciar um maior equilíbrio de forças entre os músculos abdominais, levando a uma maior capacidade de estabilização da pelve no plano transversal para ambos os lados, implicando em uma redução dos valores das assimetrias relativa e absoluta de queda pélvica. Além disso, pressupõe-se que o fortalecimento desta musculatura possibilitaria um melhor desempenho dos participantes, durante a realização do teste, uma vez que estes grandes músculos teriam o potencial de causar maiores efeitos sobre o controle dos movimentos da pelve no plano transversal (SNYDER *et al.*, 2009). Isto poderia promover uma redução significativa nos valores da magnitude de queda pélvica. Contudo, tais hipóteses não foram confirmadas pelos resultados deste estudo.

Os músculos abdominais são considerados os principais responsáveis pela rotação axial do tronco (NEUMANN, 2006). Assim, acredita-se que durante a realização do teste da ponte com extensão unilateral de joelho, esta musculatura seria a mais recrutada. Da mesma forma, uma adequada ativação e capacidade de geração de força desta musculatura permitiria um maior controle dos movimentos da pelve no plano transversal, garantindo a estabilidade da região lombopélvica (ANDRADE *et al.*, 2012). Assim, após o fortalecimento dos músculos abdominais, era esperado que os participantes do GF obtivessem um melhor desempenho no teste, quando comparados ao GC. No entanto, esta hipótese não foi confirmada. Este resultado sugere a participação de outros músculos na estabilização

lombopélvica no plano transversal durante a realização do teste da ponte, desempenhando papel igualmente importante, quando comparado aos músculos abdominais.

Durante a realização do teste da ponte, a extensão unilateral de joelho impõe ao membro inferior contralateral um torque de rotação externa de quadril, devido à força da gravidade e à massa do membro inferior estendido. Esse torque faz com que os músculos responsáveis pela rotação interna de quadril do membro inferior de apoio (fibras anteriores dos músculos glúteo mínimo e médio, tensor da fáscia lata, adutor longo, adutor curto, semitendíneo e semimembranáceo) (NEUMANN, 2006) tenham que gerar um torque de movimento contrário, na articulação, para que o indivíduo consiga vencer a demanda imposta sobre a pelve. O teste também impõe ao indivíduo um torque de rotação axial de tronco, levando a uma rotação para o lado do membro inferior em extensão. Apesar dos abdominais serem a principal musculatura responsável por agir contra essa tendência, os músculos posteriores do tronco, como os paravertebrais, multifídeos e grande dorsal (NEUMANN, 2006), por meio de uma ação sinérgica, também contribuem para o controle da rotação do tronco, na tentativa de manter a pelve estável durante o teste.

Outros músculos que poderiam contribuir para a estabilidade pélvica no plano transversal são os extensores do quadril. A fraqueza de glúteo máximo, por exemplo, poderia causar uma pequena amplitude de extensão de quadril durante o teste, exigindo uma ação compensatória de outros músculos, como os isquiossurais, para uma adequada amplitude de movimento com conseqüente aumento de demanda e sobrecarga sobre os mesmos. Fato este confirmado pela existência de câimbras musculares e queixa de dores nos isquiossurais, relatada por alguns participantes, durante ou após a realização do teste da ponte. A menor capacidade de estender o quadril, durante o teste, poderia alterar o comprimento dos outros músculos da pelve, modificando a adequada relação comprimento-tensão dos mesmos. Esta alteração limitaria a capacidade do glúteo máximo de resistir ao torque de queda pélvica no plano transversal, influenciando indiretamente o desempenho durante o teste da ponte. Assim, o teste da ponte talvez não seja um teste específico para a avaliação da ação dos músculos abdominais para estabilizar

a pelve e sim, um teste para avaliar a capacidade do indivíduo de estabilização da pelve.

Outro fator que poderia interferir no desempenho dos participantes, durante o teste da ponte, seria as alterações biomecânicas que contribuiriam para o desalinhamento pélvico no plano transversal em cada indivíduo. Por exemplo, uma assimetria na quantidade de pronação da subtalar entre membros, devido a alterações no alinhamento dos pés (antepé varo, retropé varo e tibia vara) ou na rigidez dos músculos rotadores externos do quadril, que pode gerar um aumento da rotação interna do quadril do lado que apresenta maior pronação (SOUZA *et al.*, 2011, SILVA *et al.*, 2012, FONSECA *et al.*, 2007). Essa rotação elevada pode levar à uma rotação pélvica no plano transversal, submetendo a musculatura estabilizadora do tronco a demandas teciduais desiguais e, dessa forma, favorecer o desenvolvimento de assimetrias na capacidade de produzir torque dos oblíquos abdominais (PINTO *et al.*, 2008; KHAMIS; YIZHAR, 2007; MICHAUD, 1993). Desse modo, se os indivíduos possuem alterações estruturais que os levam a recrutar a musculatura abdominal de forma assimétrica, durante todo o dia, fortalecer a musculatura abdominal, sem intervir nessas alterações, seria insuficiente para alterar as assimetrias de força e comprimento destes músculos. Dessa forma, as características biomecânicas individuais poderiam explicar a ausência de efeito na variável assimetria.

Os padrões de movimentos adotados por um indivíduo, em uma tarefa, dependem, dentre outros fatores, dos recursos que o indivíduo traz para a tarefa como, por exemplo, a força e rigidez muscular. (FONSECA *et al.*, 2001; FONSECA; MANCINI, 2008). No entanto, a mudança dos recursos do indivíduo não garante uma mudança imediata do padrão de movimento (HERMAN *et al.*, 2008). Muitas vezes é necessário realizar um treinamento da tarefa, no sentido de permitir que o indivíduo utilize os recursos trabalhados. No presente estudo, o treino de força da musculatura abdominal, unicamente, parece não ser suficiente para modificar e/ou controlar os movimentos da pelve no plano transversal, durante a execução do teste da ponte com extensão unilateral de joelho. Uma mudança do padrão de movimento da cintura pélvica poderia ser alcançada após a realização de um programa de fortalecimento, associado a um treino funcional do teste da ponte. Assim, a prática

deste teste, ao longo do tempo, poderia levar a um refinamento durante a sua execução, dando aos indivíduos do GF a capacidade de executá-lo, utilizando a força/rigidez muscular proveniente do treinamento físico, podendo resultar em uma melhora no desempenho do teste.

Apesar dos resultados encontrados não apresentarem valores estatisticamente significativos para a variável magnitude de queda pélvica, observa-se uma ligeira tendência à redução nos valores de média e desvio padrão entre os momentos avaliação e reavaliação dos indivíduos do GF. Diante desta informação, há a possibilidade do número de participantes do estudo (11 por grupo) não ter sido suficiente para se verificar efeitos significativos nas variáveis estudadas. Além disso, outro fator que poderia explicar a ausência de efeito pode ser o fato de que o teste da ponte pode não ser sensível a mudanças na capacidade de estabilização pélvica geradas pelo treinamento muscular.

Com base nos resultados encontrados no presente estudo, pode-se concluir que o fortalecimento específico dos músculos oblíquos abdominais e reto abdominal, por si só, não foi suficiente para melhorar o desempenho de indivíduos, adultos saudáveis, durante a realização do teste da ponte com extensão unilateral de joelho. As explicações para estes achados incluem a participação de outros músculos, na estabilização lombopélvica; a existência de alterações biomecânicas individuais; e a ausência de um treinamento específico, para a tarefa da ponte. Dessa forma, estes achados sugerem que, na avaliação da estabilização lombopélvica, o fisioterapeuta deva considerar a interação de diversos fatores. Nessa perspectiva, estes fatores devem sofrer intervenções, para melhorar a capacidade de estabilização pélvica dos indivíduos durante o teste da ponte com extensão unilateral de joelho.

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand: progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.41, n.3, p.687-708, 2009.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **ACSM's**: resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. 4ed., USA, 2003.

ANDRADE J. A. *et al.* Confiabilidade da mensuração do alinhamento pélvico no plano transversal durante o teste da ponte com extensão unilateral do joelho. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.16, n.4, p.268-274, 2012.

AQUINO C. F. *et al.* Análise da relação entre dor lombar e desequilíbrio de força muscular em bailarinas. **Revista Fisioterapia e Movimento**, v.23, n.3, p.399-408, Jul./Set. 2010.

AKUTHOTA, V.; NADLER S.F. Core strengthening. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.85, n.1, p.86-92, 2004.

BARROS M. *et al.* Reprodutibilidade no teste de uma repetição máxima no exercício de puxada pela frente para homens. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.14, n.4, p.348-352, 2008.

EKSTRAND, J.; GILLQUIST, J. The avoidability of soccer injuries. **International Journal of Sports Medicine**, v.4, n.2, p.124-128, May 1983.

FONSECA S. T. *et al.* Integration of stresses 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. cap.23, p.476-486.

FONSECA S. T. *et al.* A dynamical model of locomotion in spastic hemiplegic cerebral palsy: influence of walking speed. **Clinical Biomechanics, Bristol, Avon**, v.16, p.793-805, 2001.

FONSECA, S. T.; MANCINI, M. C. Estudos em controle motor e intervenção profissional: perspectiva da reabilitação. In U. C. Corrêa (Ed.), **Pesquisa em**

Comportamento Motor: a intervenção profissional em perspectiva. São Paulo, SP: EFP/EEFEUSP, 2008, p.87-101.

FONSECA S. T. *et al.* Caracterização da performance muscular em atletas profissionais de futebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.13, n.3, Mai./Jun. 2007.

GOECKING B. *et al.* Confiabilidade de exames físicos para identificação de desequilíbrios musculares na região lombopélvica. **Fisioterapia em Movimento**, v.19, n.2, p. 57-66, Abr./Jun., 2006.

HERMAN D. C. *et al.* The effects of strength training on the lower extremity biomechanics of female recreational athletes during a stop-jump task. **The American Journal of Sports Medicine**, v.36, p.733-740, 2008.

JANDA, V. Evaluation of muscular imbalance. In Liebenson, C. (Ed.), **Rehabilitation of the spine**. Baltimore: Williams & Wilkins, MD, 1996, p.97. 112 .

JAYME JÚNIOR, N.; PASTRE, C.M.; MONTEIRO, L.H. Alterações posturais em atletas brasileiros do sexo masculino que participaram de provas de potência muscular em competições internacionais. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.10, n.3, p.195-198, Ago./Set. 2004.

KHAMIS, S.; YIZHAR, Z. Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. **Gait Posture**, v.25, n.1, p.127-134, Jan. 2007.

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.

KRAUSE D. A. *et al.* Abdominal muscle performance as measured by the double leg-lowering test. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.86, Jul. 2005.

LEE, D. **A cintura pélvica: uma abordagem para o exame e tratamento da região lombar, pélvica e do quadril.** 2 ed. São Paulo . SP: Manole, 2001.

LEETUN D. T. *et al.* Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.436, n.6, p.926-34, 2004.

MAIOR A. S.; ALVES A.; A contribuição dos fatores neurais em fases iniciais do treinamento de força muscular: uma revisão bibliográfica. **Motriz, Rio Claro**, v.9, n.3, p.161-168, Set./Dez. 2003.

McCONNELL, J. The physical therapist's approach to patellofemoral disorders. **Clinical Sports Medicine**, v.21, n.3, p.363-87, 2002.

MICHAUD, T. C. **Foot orthoses and other forms of conservative foot care**. Massachusetts: Williams & Wilkins; 1993.

MORAES, L.F.S. **Os princípios das cadeias musculares na avaliação dos desconfortos corporais e constrangimentos posturais em motoristas do transporte coletivo**. 2002. 133f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) . Escola de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

MYERS, T. W. **Trilhos Anatômicos: meridianos miofasciais para terapeutas manuais e do movimento**. Rio de Janeiro: Manole, 2003.

NADLER S. F. *et al.* Hip muscle imbalance and low back pain in athletes: influence of core strengthening. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.34, n.1, 2002.

NADLER S. F. *et al.* The relationship between lower extremity injury, low back pain, and hip muscle strength in male and female collegiate athletes. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v.10, n.2, 2000.

NEUMANN, D. A. **Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: fundamentos para a reabilitação física**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 593 p.

NIKOLAIDIS, P. Core stability of male and female football players. **Biomedical Human Kinetics**, v.2, p.30-33, 2010.

NORRIS, C. M.; Spinal stabilization: muscle imbalance and the low back pain. **Physiotherapy**, v.81, n.3, 1995.

PAÑEGO, M. M.; GARCÍA, F.J.V.; ZURIAGA, D.S; MARTÍNEZ, M.A.S. Electromyographic studies in abdominal exercises: a literature synthesis. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v.32, n.3, March/April 2009.

PARKHOUSE, K. L.; BALL, N. Influence of dynamic versus static core exercises on performance in field based fitness tests. **Journal of Bodywork & Movement Therapies**, v.15, p.517-524, 2011.

PEREIRA, M.; GOMES, P. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima . revisão e novas evidências. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.9, n.5, p.325-335, 2003.

PINTO, R. Z. A. *et al.* Bilateral and unilateral increases in calcaneal eversion affect pelvic alignment in standing position. **Manual Therapy.**, v.13, n.6, p.513-519, Dec. 2008.

POWERS, C.M. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. **Journal of Orthopaedic e Sports Physical Therapy**, v.40, n.2, 2010.

RAMALHO G. H. R. O. *et al.* O teste de 1RM para predição da carga no treino de hipertrofia e sua relação com número máximo de repetições executadas. **Brazilian Journal of Biomotricity**, v.5, n.3, p.168-174, 2011.

REEVES, N.P.; CHOLEWICKI, J.; SILFIES, S.P. Muscle activation imbalance and low-back injury in varsity athletes. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.16, p.264. 272, 2006.

RIBEIRO, R. N. *et al.* Prevalência de lesões no futebol em atletas jovens: estudo comparativo entre diferentes categorias. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v.21, n.3, p.189-94, Jul./Set. 2007.

SILVA, B. L.; GARCIA, A. F. A.; FILHO, J. G. W. P. **Análise do alinhamento pélvico de jogadores de futebol durante o teste da ponte com extensão unilateral de joelho.** 2012. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) . Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

SNYDER K. R. *et al.* Resistance training is accompanied by increases in hip strength and changes in lower extremity biomechanics during running. **Clinical Biomechanics**, v.24, n.1, p.26-34, 2009.

SOUZA T. R. *et al.* Excessive pronation and varus alignment of foot and shank: relationship with development of musculoskeletal pathologies . Literature Review. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v.18, n.1, p.92-8, Jan/Mar. 2011

STEVENS V. K.; Trunk muscle activity in healthy subjects during bridging stabilization exercises. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v.7, n.75, p.1-8, 2006.

TAYLOR, D. C. *et al.* Experimental muscle strain injury: early functional and structural deficits and the increased risks for reinjury. **American Journal of Sports Medicine**, v.21, n.2, p.190-194, Apr. 1993.

VEIGA, P.H.A.; DAHER, C.R.M.; MORAIS, M.F.F. Alterações posturais e flexibilidade da cadeia posterior nas lesões em atletas de futebol de campo. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v.33, n.1, p.235-248, Jan./Mar. 2011.

WILLSON, J. D. *et al.* Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. **Journal of American Academy of Orthopaedic Surgeons**, v.13, n.5, p.316-325, Sept. 2005.

ZAZULAK B. T. *et al.* The effects of core proprioception on knee injury. **The American Journal of Sports Medicine**, v.35, n.3, p.368-373, 2007.

ZAZULAK B. T. *et al.* Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk. **The American Journal of Sports Medicine**, v.35, n.7, p.1123-1131, 2007.

APÊNDICE A É TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO Assinado pelos voluntários do Grupo Controle

Título do Estudo: Efeito do fortalecimento dos músculos abdominais sobre o desempenho no teste da ponte com extensão unilateral de joelho

Investigadores: Alessandra Duarte Zerlottini, Diego da Silva Carvalho e Clarissa Esteves Reis

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Juliana de Melo Ocarino

Co-Orientador: Me. Miguel Arcanjo de Assis

Primeiramente gostaríamos de convidá-lo para participar do estudo e também de agradecer por seu interesse. O nosso objetivo é investigar o efeito de um programa de fortalecimento dos músculos abdominais no desempenho em um teste chamado teste da ponte com extensão unilateral do joelho. Assim, este estudo pretende demonstrar se a realização de exercícios para fortalecimento muscular é capaz de melhorar o desempenho durante o teste da ponte.

Procedimentos: Inicialmente, seu peso e altura serão medidos com uma balança para assegurar seu pareamento com algum voluntário do grupo fortalecimento. Logo após, serão afixados marcadores reflexivos na sua pelve (espinhas ilíacas ântero-superiores). Depois, você será solicitado a deitar-se sobre uma maca, manter as mãos colocadas sob a cabeça, o quadril e joelhos dobrados e os pés apoiados. Após ficar nessa posição, você será orientado a levantar o quadril da maca, esticar um dos joelhos, mantendo a perna elevada na mesma altura que a coxa do outro membro, e sustentar a posição por 10 segundos. Em seguida o teste será repetido com o outro membro inferior.

Você será incluído no grupo controle do estudo, não sendo submetido aos exercícios, mas deverá retornar ao laboratório para repetir os procedimentos do teste inicial. Se for de seu interesse, após a realização do teste final, você poderá participar do mesmo programa de exercícios de fortalecimento oferecido ao grupo 1, sob supervisão de um dos examinadores envolvidos na pesquisa.

Você deverá comparecer ao laboratório para realizar as avaliações em duas ocasiões, sendo que o tempo previsto para cada dia é de 30 minutos. Além disso, é necessário que você não realize exercícios de fortalecimento, nem atividades esportivas frequentes (três ou mais vezes por semana) enquanto você estiver participando do estudo.

Riscos e desconfortos: A sua participação no estudo oferece riscos mínimos à sua saúde. Você poderá sentir um leve desconforto muscular após a realização das avaliações inicial e final. Se sentir esse desconforto, você pode solicitar ao pesquisador (fisioterapeuta) que utilize algum recurso fisioterapêutico para alívio.

Benefícios esperados: Você poderá solicitar a realização do mesmo programa de exercícios feito pelos participantes do grupo fortalecimento, objetivando alcançar os possíveis benefícios oferecidos pelo protocolo de intervenção. Caso não seja evidenciado benefício do programa de fortalecimento, não serão esperados benefícios diretos em decorrência da participação na pesquisa. Porém, os resultados desse estudo ajudarão os terapeutas a entender melhor como os músculos do corpo atuam durante a realização do teste da ponte com extensão unilateral de joelho, o que irá contribuir para o avanço do conhecimento na área da fisioterapia.

Confidencialidade: Para garantir a confidencialidade da informação obtida, seu nome não será utilizado em qualquer publicação ou material relacionado ao estudo.

Recusa ou desistência da participação: Sua participação é inteiramente voluntária e você está livre para se recusar a participar ou desistir do estudo em qualquer momento sem que isso possa lhe acarretar qualquer prejuízo.

Gastos: Caso você necessite deslocar-se para universidade apenas para participar da pesquisa, os gastos com o seu transporte para comparecer ao laboratório serão de responsabilidade dos pesquisadores. Se for do seu interesse, será oferecido um lanche nos dias de realização da avaliação no laboratório.

Você pode solicitar mais informações ao longo do estudo com os pesquisadores responsáveis pelo projeto (Alessandra, Diego ou Clarissa), por meio dos telefones 8874-6142, 8600-5596, 8434-0886 ou com a orientadora do projeto (Prof.^a Juliana Ocarino) 3409-7448. Após a leitura completa deste documento, caso concorde em participar do estudo, você deverá assinar o termo de consentimento abaixo e rubricar todas as folhas desse termo.

TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu li e entendi toda a informação acima. Todas as minhas dúvidas foram satisfatoriamente respondidas e eu concordo em ser um voluntário do estudo.

_____	_____
Assinatura do Voluntário	Data
_____	_____
Alessandra Duarte Zerlottini . Aluna Clarissa Esteves Reis . Aluna Diego da Silva Carvalho . Aluno	Data
_____	_____
Dr ^a Juliana de Melo Ocarino . Orientadora	Data

Contatos:**COEP É Comitê de Ética em Pesquisa/UFMG**

Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 . Unidade Administrativa II . 2º Andar . Sala 2005 . CEP 31270-901- Belo Horizonte . MG / Telefax: (31) 3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Alessandra Duarte Zerlottini (aluna É Graduação)

Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 . Departamento de Fisioterapia

Telefone: (31) 8874-6142

E-mail: alessandrazerlottini@gmail.com

Diego da Silva Carvalho (aluno É Graduação)

Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 . Departamento de Fisioterapia

Telefone: (31) 8600-5596

E-mail: diegofisio-86@bol.com.br

Clarissa Esteves Reis (aluna É Graduação)

Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 . Departamento de Fisioterapia

Telefone: (31) 8434-0886

E-mail: clarissinha_esteves@hotmail.com

Juliana de Melo Ocarino (Orientadora)

Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 . Departamento de Fisioterapia

Telefone: (31) 3409-4783 e 4781-7407 Fax: (31) 3409-4783

E-mail: julianaocarino@gmail.com

ANEXO A É TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Assinado pelos voluntários do Grupo Fortalecimento

Título do Estudo: Efeito do fortalecimento de músculos do membro superior e do tronco sobre a cinemática e o desempenho do chute

Investigador Principal: Miguel Arcanjo de Assis

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Juliana de Melo Ocarino

Primeiramente, gostaríamos de convidá-lo para participar do estudo e também de agradecer por seu interesse. O nosso objetivo é investigar o efeito de um programa de fortalecimento dos músculos do tronco e dos braços, no padrão de movimento durante o chute, com o dorso do pé, numa bola de futebol e na velocidade de partida da bola após o chute. Além disso, vamos avaliar o efeito dessa intervenção sobre o desempenho em um teste chamado teste da ponte com extensão unilateral do joelho. Assim, este estudo pretende demonstrar se a realização de exercícios para fortalecimento muscular é capaz de melhorar o movimento de suas pernas, tronco e braços, durante a realização do chute, aumentar a velocidade de partida da bola e o seu desempenho, durante o teste da ponte.

Procedimentos: Os testes para análise do movimento do chute e velocidade de partida da bola serão realizados no Laboratório de Análise do Movimento (sala 1107) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Inicialmente, seu peso e altura serão medidos, com uma balança. Logo após, serão afixados marcadores nos seus braços, tronco, pelve, coxa e perna, sendo que esse procedimento é indolor. Depois, você será orientado a chutar uma bola de futebol, com o dorso do pé, o mais forte que consegue, em direção a um gol a sua frente. Você fará alguns chutes, para aprender a tarefa e então realizará 5 chutes com a perna que você consegue chutar melhor. Após esses procedimentos, serão colocados outros marcadores reflexivos na sua pelve. Você será solicitado a deitar-se sobre uma maca, manter as mãos colocadas sob a cabeça, o quadril e joelhos dobrados e os pés apoiados. Após ficar nessa posição, você será orientado a levantar o quadril da maca, esticar um dos joelhos, mantendo a perna elevada na mesma altura que a coxa do outro membro e sustentar a posição, por 10 segundos. Em seguida, o teste será repetido com o outro membro inferior.

Após a realização dessa avaliação inicial, será realizado um sorteio, para definir para qual grupo você irá (grupo 1 ou 2).

GRUPO 1: Se você for incluído neste grupo, deverá comparecer no Laboratório de Prevenção e Reabilitação de Lesões Esportiva (LAPREV), no prazo máximo de uma semana após o teste inicial, para começar um programa de fortalecimento dos

músculos dos seus braços e do seu tronco. O programa será constituído de exercícios rotineiramente realizados em um aparelho de musculação (*cross-over*). Os exercícios serão realizados três vezes por semana, durante oito semanas, e serão feitos nos dois lados do corpo. A carga dos exercícios será suficiente para causar um cansaço muscular, durante a realização dos mesmos e será aumentada, progressivamente, segundo sua tolerância. A duração de cada sessão de fortalecimento será de aproximadamente 50 minutos. Antes do início de cada sessão de exercícios, você será acompanhado por um examinador, até uma quadra poliesportiva, que fica a 300 metros do Laboratório, onde realizará um treino de chute, de aproximadamente 5 minutos. Você será solicitado a dar 10 chutes com o dorso do pé, numa bola de futebol, com o máximo de força que consegue, em direção a um gol. Os horários para realização dos fortalecimentos e treino de chute serão estabelecidos de acordo com sua disponibilidade e com a disponibilidade dos examinadores envolvidos na pesquisa, pois todas as sessões de fortalecimento e treino de chute serão acompanhadas por algum dos examinadores. Na primeira e última sessões será realizada a avaliação da carga (peso) que você consegue, em apenas uma repetição, para cada exercício (repetição máxima). Para tal, será colocada no aparelho de musculação uma carga, suficiente para você só conseguir realizar uma repetição do exercício. Este teste já é amplamente utilizado em várias pesquisas e academias. Uma semana após o término do programa de fortalecimento, você deverá retornar ao laboratório, para repetir os procedimentos dos testes iniciais.

GRUPO 2: Se você for incluído neste grupo, não será submetido aos exercícios, mas deverá comparecer a uma quadra poliesportiva da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, no prazo máximo de uma semana após o teste inicial, para começar o treino de chute, de aproximadamente 5 minutos. Você será solicitado a dar 10 chutes, com o dorso do pé, numa bola de futebol, com o máximo de força que consegue, em direção a um gol. Os treinos serão realizados três vezes por semana, durante oito semanas. Uma semana após o término dos treinos de chutes, você deverá retornar ao laboratório, para repetir os procedimentos dos testes iniciais. Se for de seu interesse, após a realização dos testes finais, você poderá participar do mesmo programa de exercícios de fortalecimento, oferecido ao grupo 1, sob supervisão de um dos examinadores envolvidos na pesquisa.

Independente do grupo em que participar, você deverá comparecer ao laboratório, para realizar as avaliações, em duas ocasiões, sendo que o tempo previsto para cada dia é de duas horas. Além disso, é necessário que você não realize exercícios de fortalecimento, além daqueles realizados na presença do examinador, nem treinos específicos de futebol, enquanto você estiver participando do estudo.

Riscos e desconfortos: A sua participação no estudo oferece riscos mínimos à sua saúde. Você poderá sentir um leve desconforto muscular, após a realização das avaliações inicial e final, após os treinos de chute, nos dois primeiros dias após a progressão da carga dos exercícios de fortalecimento, ou após os dias da avaliação de uma repetição máxima (apenas participantes do grupo 1). Se sentir esse

desconforto, você pode solicitar ao pesquisador (fisioterapeuta) que utilize algum recurso fisioterapêutico, para alívio.

Benefícios esperados: Se você for sorteado para o grupo 1, poderá ser beneficiado pela realização do programa de fortalecimento dos músculos dos braços e tronco, pois a maior força dessas musculaturas pode melhorar o movimento de suas pernas, tronco e braços, durante a realização de chutes de futebol. Se você for sorteado para o grupo 2, você poderá solicitar a realização do mesmo programa de fortalecimento, feito pelos participantes do grupo 1, objetivando alcançar os possíveis benefícios. Caso não seja evidenciado benefício do programa de fortalecimento, não serão esperados benefícios diretos, em decorrência da participação na pesquisa. Os resultados desse estudo, porém, ajudarão os terapeutas a entender melhor como os músculos do corpo atuam, durante a realização do chute de futebol e durante o teste da ponte, o que irá contribuir para o avanço do conhecimento na área da fisioterapia.

Confidencialidade: Para garantir a confidencialidade da informação obtida, seu nome não será utilizado, em qualquer publicação ou material relacionado ao estudo.

Recusa ou desistência da participação: Sua participação é inteiramente voluntária e você está livre para se recusar a participar, ou desistir do estudo, em qualquer momento, sem que isso possa lhe acarretar qualquer prejuízo.

Gastos: Caso você necessite deslocar-se para universidade, apenas para participar da pesquisa, os gastos com o seu transporte para comparecer ao laboratório serão de responsabilidade dos pesquisadores. Se for do seu interesse, será oferecido um lanche, nos dias de realização da avaliação no laboratório.

Você pode solicitar mais informações, ao longo do estudo, com o pesquisador responsável pelo projeto (Miguel), por meio do telefone 8794-0358, ou com a orientadora do projeto (Prof.^a Juliana Ocarino) 3409-7448. Após a leitura completa deste documento, caso concorde em participar do estudo, você deverá assinar o termo de consentimento, abaixo e rubricar todas as folhas desse termo.

TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu li e entendi toda a informação acima. Todas as minhas dúvidas foram satisfatoriamente respondidas e eu concordo em ser um voluntário do estudo.

Assinatura do Voluntário

Data

Miguel Arcanjo de Assis . Mestrando

Data

Dr^a Juliana de Melo Ocarino . Orientadora

Data

Contatos:**COEP Ë Comitê de Ética em Pesquisa/UFMG**

Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 . Unidade Administrativa II . 2º Andar . Sala 2005 . CEP 31270-901- Belo Horizonte . MG / Telefax: (31) 3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Miguel Arcanjo de Assis (aluno Ë Mestrado)

Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 . Departamento de Fisioterapia

Telefone: (31) 34121989 e 87940358 Fax: (31) 3409-4783

E-mail: miguelaassis@yahoo.com.br

Juliana de Melo Ocarino (Orientadora)

Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 . Departamento de Fisioterapia

Telefone: (31) 3409-4783 e 4781-7407 Fax: (31) 3409-4783

E-mail: julianaocarino@gmail.com

ANEXO B É QUADRO COM DESCRIÇÃO DOS EXERCÍCIOS REALIZADOS

Exercício 1 Rotação de tronco	Sentado, coluna e cabeça alinhadas, braços cruzados no peito.	Rotação de tronco em toda a amplitude disponível	Velcro de estabilização fixando o quadril
Exercício 2 Flexão com rotação de tronco	Sentado, apoiado sobre encosto mantendo flexão quadril de 30°, braços cruzados no peito.	Flexão com rotação de tronco mantendo pelve fixa (evitando movimento no quadril)	Encosto sob a coluna lombar, Velcro de estabilização fixando o quadril