

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
NOME DA UNIDADE ACADÊMICA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA UFTM/UFU

AGNES RAMOS GUIRELLI

Relação entre o teste *Lateral medicine ball throw* e a força muscular de estabilizadores de quadril e coluna e cinemática do membro inferior: Estudo transversal

Uberlândia

2021

AGNES RAMOS GUIRELLI

Relação entre o teste *Lateral medicine ball throw* e a força muscular de estabilizadores de quadril e coluna e cinemática do membro inferior: Estudo transversal

Trabalho de Defesa apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia UFTM/UFU da Universidade Federal de Uberlândia como requisito para obtenção do título mestre em Fisioterapia.

Área de concentração: Avaliação e Intervenção em Fisioterapia

Linha de Pesquisa: Processo de Avaliação e Intervenção Fisioterapêutica do Sistema Musculoesquelético

Orientador: Profa. Dra. Lilian Ramiro Felício
Coorientador: Prof. Dr. Daniel Ferreira Moreira Lobato

Uberlândia

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

G965 Guirelli, Agnes Ramos, 1996-
2021 Relação entre o teste Lateral medicine *ball throw* e a força muscular de estabilizadores de quadril e coluna e cinemática do membro inferior [recurso eletrônico] : estudo transversal / Agnes Ramos Guirelli. - 2021.

Orientadora: Lilian Ramiro Felicio.

Coorientador: Daniel Ferreira Moreira Lobato

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação Multi-Institucional em Fisioterapia (UFTM - UFU).

Modo de acesso: Internet.

Disponível em:

<http://doi.org/10.14393/ufu.di.2021.5548>Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Fisioterapia. I. Felicio, Lilian Ramiro, 1978-, (Orient.). II. Lobato, Daniel Ferreira Moreira, 1980-, (Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação Multi-Institucional em Fisioterapia (UFTM - UFU). IV. Título.

CDU:615.8

Glória Aparecida Bibliotecária -
CRB-6/2047



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia
 Rua Benjamim Constant, 1286 - Bairro Aparecida, Uberlândia-MG, CEP 38400-678
 Telefone: (34) 3218-2928 - www.faei.ufu.br/ppgfsio - secretaria.ppgfsio@faei.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Fisioterapia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 26, PPGFISIO				
Data:	30/06/2021	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	16:30
Matrícula do Discente:	11912FST001				
Nome do Discente:	Agnes Ramos Guirelli				
Título do Trabalho:	Relação entre o teste <i>Lateral Medicine Ball Throw Test</i> e a força muscular de estabilizadores de quadril e coluna e cinemática do membro inferior: Estudo transversal				
Área de concentração:	Avaliação e intervenção em fisioterapia				
Linha de pesquisa:	Processo de avaliação e intervenção fisioterapêutica do sistema musculoesquelético				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Avaliação e tratamento fisioterapêuticos nas alterações musculoesqueléticas				

Reuniu-se de forma remota através do Serviço de Conferência Web da RNP (Rede Nacional de Pesquisa), a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia, assim composta: Professores Doutores: [Dernival Bertoncello - PPGFISIO/UFTM](#); [Luciana De Michelis Mendonça - UFVJM](#); [Lilian Ramiro Felicio - PPGFISIO/UFU](#), orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Lilian Ramiro Felicio, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

[Aprovado\(a\).](#)

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de [Mestre](#).

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Lilian Ramiro Felicio, Professor(a) do Magistério Superior**, em 30/06/2021, às 16:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Dernival Bertoncello, Usuário Externo**, em 30/06/2021, às 16:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luciana De Michelis Mendonça, Usuário Externo**, em 30/06/2021, às 16:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2801088** e o código CRC **3241F1C6**.

AGNES RAMOS GUIRELLI

Relação entre o teste *Lateral medicine ball throw* e a força muscular de estabilizadores de quadril e coluna e cinemática do membro inferior: Estudo transversal

Trabalho de Defesa apresentado ao Programa de Pós-Graduação UFTM/UFU da Universidade Federal de Uberlândia como requisito para obtenção do título mestre em Fisioterapia.

Área de concentração: Avaliação e Intervenção em Fisioterapia

Linha de Pesquisa: Processo de Avaliação e Intervenção Fisioterapêutica do Sistema Musculoesquelético

Uberlândia, 2021

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Lilian Ramiro Felicio- orientadora (UFU)

Prof. Dr. Dernival Bertoncetto (UFTM)

Profa. Dra. Luciana De Michelis Mendonça (UFVJM - Campus Diamantina)

AGRADECIMENTOS

Começo agradecendo a Deus pelas oportunidades que tive na vida, e aos meus pais que não medem esforços para me apoiar em minhas escolhas e decisões de vida. Com certeza a finalização da minha graduação e meu início em uma carreira acadêmica se deve a todo apoio de Gilson Mendonça Guirelli e Degmar Ramos Rosa Guirelli. E sem esquecer de agradecer ao Abner Ramos Guirelli e Jean Carlos Gonçalves Silva, também pelo apoio e paciência que tiveram comigo durante toda a minha trajetória.

Agradeço imensamente também a minha orientadora Profa Dra Lilian Ramiro Felicio, que está presente e contribui para a minha formação acadêmica, guiando e incentivando para os caminhos da pesquisa. Um dos vários ensinamentos seus que irei levar, é que não se faz pesquisa sozinho, e por isso que decido esse espaço para te agradecer. Agradeço também a Profa Júlia Maria dos Santos que também acompanhou minha caminhada desde a graduação e contribui nas discussões para iniciarmos esse trabalho.

Agradeço aos meus colegas de pesquisa, Marcos Moreno e Estevão Mallón, que estiveram comigo me ajudando na coleta de dados e na busca incansável por voluntários. Agradeço também a outro colega, Caio Augusto Mendes, pelas vezes que me mandou artigos relacionados ao tema do trabalho para eu ler. E também um agradecimento aos colegas novos que fiz durante a inserção no mestrado, em especial a Adriana Oliveria, por todo o companheirismo durante as aulas, realizações de trabalhos e discussões de diversos temas.

E por fim, mas não menos importante um agradecimento especial a todos os voluntários do estudo e aos membros titulares e suplentes da banca da minha qualificação de mestrado, e da banca da minha defesa. Agradeço desde já as considerações e contribuições que serão feitas. E a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo apoio ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia.

Apesar das breves palavras aqui descritas, deixo minha gratidão a todas pessoas que de alguma forma contribuíram positivamente para que esse trabalho fosse realizado.

RESUMO

Introdução: O *Lateral Medicine ball throw* é um teste que avalia o desempenho de arremesso, envolvendo toda a cadeia cinética e o princípio de transferência de força durante o movimento, o que sugere uma associação entre a força de membro inferior e tronco, bem como da cinemática do membro inferior, com o desempenho desse teste. **Objetivo:** Verificar o nível de correlação entre as medidas cinemáticas de membro inferior e as medidas de força muscular de quadril e tronco com o desempenho no *Lateral Medicine ball throw*. **Métodos:** Estudo transversal. Foram avaliados 84 indivíduos saudáveis (41 homens e 43 mulheres), de 18 a 30 anos, fisicamente ativos. A avaliação da força isométrica máxima foi realizada para os músculos abdutores, rotadores laterais e extensores de quadril do membro dominante e para os músculos flexores; flexores laterais e extensores de tronco. A análise cinemática 2D de quadril, joelho e tornozelo no plano sagital e de joelho no plano frontal foi realizada durante a fase de contramovimento do teste *Lateral Medicine ball throw* (3 kg), simultaneamente à quantificação do desempenho do teste (em metros). Todos os testes foram realizados em 3 repetições e a média foi utilizada para análise. Foi utilizado o teste de Correlação Produto-Momento de Pearson, considerando um nível forte de correlação para valores entre $0,5 \leq r < 1$ e $p \leq 0,05$, com $\alpha = 5\%$. **Resultados:** Foram encontradas correlações positivas de moderada ($0,3 < r < 0,5$) a alta ($0,5 < r < 1$) entre a força dos músculos rotadores laterais, abdutores e extensores de quadril, flexores e flexores laterais de tronco com o desempenho do teste. Houve correlação moderada positiva ($r = -0,26$) entre as medidas de abdução do joelho e desempenho no teste. **Conclusão:** A força muscular de membro inferior e tronco apresentam correlações com o desempenho no teste. A posição do membro inferior do plano sagital durante a fase de contramovimento não apresenta relação clinicamente relevante com o teste.

Palavras-chave: Dinamometria isométrica, força muscular, *Lateral medicine ball throw*, fisicamente ativos, cinemática.

ABSTRACT

Introduction: The Lateral Medicine ball throw is a test that assesses throwing performance, involving the entire kinetic chain and the principle of force transfer during movement, which suggests an association between lower limb and trunk strength, as well as the kinematics of the lower limb, with the performance of this test. **Objective:** To verify the level of correlation between lower limb kinematic measures and hip and trunk muscle strength measures with performance on the Lateral Medicine ball throw. **Methods:** Cross-sectional study. Eighty-four healthy individuals (41 men and 43 women), aged 18 to 30 years, physically active, were evaluated. The assessment of maximum isometric strength was performed for the abductor, lateral rotator and hip extensor muscles of the dominant limb and for the flexor muscles; lateral flexors and trunk extensors. The 2D kinematic analysis of the hip, knee and ankle in the sagittal plane and of the knee in the frontal plane was performed during the countermovement phase of the Lateral Medicine ball throw test (3 kg), simultaneously with the quantification of the test performance (in meters). All tests were performed in 3 repetitions and the average was used for analysis. Pearson's Product-Moment Correlation test was used, considering a strong level of correlation for values between $0.5 \leq r < 1$ and $p \leq 0.05$, with $\alpha = 5\%$. **Results:** Positive correlations from moderate ($0.3 < r < 0.5$) to high ($0.5 < r < 1$) were found between the strength of the lateral rotators, abductors and hip extensors, flexors and lateral trunk flexors with the performance of the test. There was a moderate positive correlation ($r = -0.26$) between knee abduction measures and test performance. **Conclusion:** Lower limb and trunk muscle strength are correlated with test performance. The position of the lower limb in the sagittal plane during the countermovement phase has no clinically relevant relationship with the test.

Keywords: isometric dynamometry, muscle strength, Lateral medicine ball throw, physically active, kinematics.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	Avaliação fisioterapêutica e os testes de desempenho físico	10
2.2	Lateral medicinal ball throw e fatores influentes no desempenho do arremesso de bola	10
2.3	Força muscular e dinamometria da musculatura do quadril e coluna.....	13
2.4	Cinemetria do membro inferior	15
2.5	Considerações do referencial teórico	16
3	MÉTODOS.....	18
4	RESULTADOS	27
5	DISCUSSÃO.....	30
6	CONCLUSÃO.....	33
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
	ANEXO A – PARECER DO CEP	42
	ANEXO B – FICHA DE AVALIAÇÃO	47
	ANEXO C – QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA	48

1 INTRODUÇÃO

Os testes de desempenho físico são ferramentas de avaliação que visam detectar indivíduos com algum déficit de força muscular, equilíbrio ou propriocepção (SALO, et al., 2017). Esses testes vêm sendo implementado na prática clínica por serem medidas de baixo custo e simples realização, além de fornecer informações objetivas quanto ao progresso e eficácia da reabilitação (SALO et al., 2017; WESTRICK et al., 2012).

O *Lateral medicine ball throw* é um teste de avaliação física que necessita de mais estudos, sendo sua utilização está mais voltada para o meio esportivo (IKEDA et al., 2007; LOCKIE et al., 2014). Segundo Ellenbecker e Roeter (2004), existe uma associação ($r=0,79$) entre a força dos músculos rotadores do tronco com o desempenho no lançamento de *medicine ball* de 2,7 Kg em tenistas de elite. Em decorrência dessa relação, o teste foi incorporado em programas de treinamento para desenvolver força e potência da musculatura rotadora do tronco em jogadores de tênis, beisebol e golfe (IKENDA et al., 2007; ELLENBECKER, ROETER, 2004). Entretanto, pouco se sabe sobre a aplicabilidade desse teste para avaliar outras populações.

A importância da mecânica da extremidade inferior e da força da musculatura do tronco e quadril para iniciar a sequência cinética do arremesso já está bem documentada (MCNALLY et al., 2015; KAGEYAMA et al., 2014; KIBLER et al., 1995). Sabe-se que em arremessos esportivos ocorre uma transferência de energia da extremidade inferior e tronco para as extremidades superiores, sendo que alterações na cadeia cinética podem afetar a transferência dessa energia ((MCNALLY et al., 2015; KAGEYAMA et al., 2014; KIBLER et al., 1995; OYAMA et al., 2018). Entretanto, poucos estudos investigaram a relação entre a força da musculatura estabilizadora de quadril e do tronco com o desempenho do *Lateral medicine ball*, principalmente em populações ativas e não atletas (LEHMAN et al., 2013; EBBEN et al., 2005).

Uma importante lacuna verificada na literatura refere-se à associação entre a cinemática do membro inferior e o desempenho no teste, em especial com a fase contramovimento, na qual ocorre o armazenamento de energia elástica para uso subsequente na fase de aceleração (OLIVER et al., 2011). Além disso, é na fase de contramovimento que ocorre a descarga de peso na perna pivô do arremesso e, com isso, um provável aumento na força de reação do solo para gerar a propulsão necessária ao arremesso (KAGEYAMA et al., 2014). Entender se força da musculatura estabilizadora e o movimento do membro inferior estão relacionados com o desempenho no *Lateral medicine ball throw* em outras populações seria importante para

incorporar tal teste como uma ferramenta de avaliação fisioterapêutica, com o objetivo de investigar a presença de déficits de força ou instabilidade no membro inferior, e assim colaborar para programas de redução de riscos de lesão, auxiliando na prática clínica (KAGEYAMA et al., 2014; SHINKLE et al., 2012).

Diante do exposto, visto que a fraqueza ou o déficit de controle neuromuscular do quadril e tronco interferem na transferência de energia durante o arremesso (OYAMA et al., 2018). O objetivo primário desse estudo foi verificar a correlação entre a força muscular isométrica máxima de estabilizadores de quadril e tronco com o desempenho do *lateral medicine ball throw* em indivíduos fisicamente ativos. O objetivo secundário foi verificar a correlação entre a cinemática do membro inferior com o desempenho do *lateral medicine ball throw*. A hipótese desse estudo é que a força do tronco e dos estabilizadores de quadril, assim como a cinemática do membro inferior, apresentam associação com o desempenho no teste, sendo que quanto maior a força muscular, melhor o desempenho do teste. Além disso, acreditamos que a força pode ser um fator mais relevante na distância do arremesso do que a cinemática do membro inferior.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Avaliação fisioterapêutica e os testes de desempenho físico

A avaliação musculoesquelética requer avaliar múltiplos componentes do desempenho físico, tais como força muscular, potência, resistência, flexibilidade, equilíbrio, propriocepção, velocidade e agilidade, pois essas medidas fornecem resultados para um melhor entendimento sobre o do indivíduo, e com isso melhor intervenção (GANESH et al., 2015; WILLIAMSON et al., 2019). Cada um destes componente pode ser mensurado utilizando testes clínicos: testes de função muscular, por meio do dinamômetro manual ou isocinético (LEE; KIM, 2015), testes de resistência (WESTRICK et al., 2012) e testes de desempenho físico (GORMAN et al., 2012; LOCKIE et al., 2014). A avaliação desses componentes contribui para uma abordagem mais objetiva da avaliação do paciente em acompanhamento pelo Fisioterapeuta, pois fornecem dados quantitativos para resultados de prognóstico e evolução (WILLIAMSON et al., 2019).

O exame físico musculoesquelético, focado apenas em medidas de amplitude de movimento e força muscular, do segmento afetado, isoladamente, pode não fornecer informações suficientes sobre o nível funcional, e com isso é importante incluir técnicas que avaliem os movimentos funcionais e seus componentes de forma integrada (MANSKE; REIMAN, 2013). Com esse objetivo, os testes funcionais ou testes de desempenho físico foram desenvolvidos e são opções desafiadoras para determinar a prontidão do paciente para retornar as suas atividades esportivas ou de vida diária pós lesão musculoesquelética (MANSKE; REIMAN, 2013; SCIASCIA; UHL, 2015).

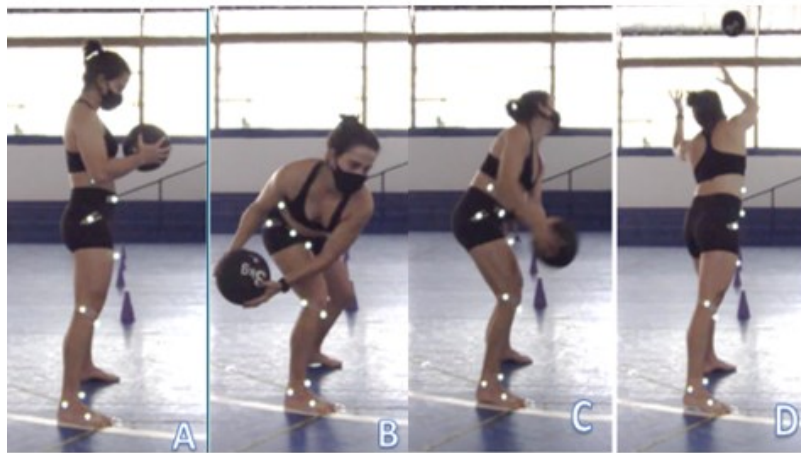
Os testes de desempenho físico são ferramentas de avaliação que visam detectar indivíduos com algum déficit, seja por alteração na força muscular, equilíbrio ou propriocepção (SALO et al., 2017), e esses vêm sendo implementado na prática clínica por serem medidas objetivas e de baixo custo. Estudos mostram que os testes de desempenho físico, como o *Y Balance test* fornecem informações tanto referentes a estabilidade dos membros até a de predição de lesão (GOLDBECK; DAVIES, 2000; SALO et al., 2017; WESTRICK et al., 2012).

2.2 Lateral medicinal ball throw e fatores influentes no desempenho do arremesso de bola

O teste de desempenho físico, *Lateral medicine ball throw*, consiste em avaliar a distância do arremesso de bola de 3 Kg, e possui uma confiabilidade teste-reteste considerada

excelente ($r=0,996$) (LOCKIE et al. 2014). Para executar o teste o sujeito inicia com os pés afastados na largura dos ombros, o tronco, quadril e joelhos em flexão, segurando a bola abaixo da linha da cintura. Ao lançar a bola estendem as pernas, flexionando os ombros elevando a bola acima da cabeça (LOCKIE et al. 2014; MANSKE R., REIMAN, M., 2013). Sendo assim, o teste consiste em 4 fases: preparação, contramovimento, aceleração e desaceleração (OKADA et al., 2011). (Figura 1). Em indivíduos sem lesão o ideal é que a diferença de arremesso entre os lados, não seja superior a 10% - 15% (MANSKE R., REIMAN, M., 2013).

Figura 1 – *Lateral Medicine ball throw*. A- Preparação; B-Contramovimento; C-Aceleração; D-Desaceleração.



Fonte: Autor.

No tênis, os atletas utilizam o *Lateral medicine ball throw* como ferramenta para avaliar e melhorar a potência da musculatura do tronco no arremesso (IKEDA et al. 2007; LOCKIE et al., 2014) isso porque, os tenistas de elite têm a força isocinética de rotação de tronco relacionada com o lançamento de *medicine ball* de 2,7 Kg ($r=0,787$) (ELLENBECKER; ROETER, 2004).

Como o arremesso é um dos movimentos mais dinâmicos, pois os segmentos do corpo funcionam em uma cadeia cinética sequencial, a importância da musculatura do tronco e do membro inferior vem sendo estudada com o objetivo de melhorar o desempenho desses atletas no arremesso (RICHARDSON et al., 2020).

Hermassi et al. (2018) relataram que no handebol, 53% da velocidade dos arremessos foi atribuída à participação do braço e 47% devido à rotação do tronco, dessa forma, fica evidente a importância da ação do tronco, no desempenho do arremesso. Além disso, a extremidade inferior fornece 50-55% da energia cinética para o arremesso (BULLOCK et al.,

2020; PLUMMER; OLIVER, 2016). Kibler et al. (1995) determinaram que a extremidade inferior gera 54% da energia total durante um saque de tênis, com isso, tal teste vem sendo incorporado em programas de treinamento para desenvolver força de tronco e potência da musculatura rotadora do tronco, especialmente em jogadores de tênis, beisebol e golfe (IKEDA et al., 2007). Mas não foram encontrados estudos que relatassem quais fatores estão relacionados ao desempenho desse teste em outras populações.

Para populações de atletas, também já se sabe que, a força de reação do solo tem impacto na velocidade da bola de arremesso. Macwilliams et al. (1998) demonstraram forte relação entre a velocidade linear do arremesso e a força de reação do solo, na perna de passada no basebol. Já Macnally et al. (2015) encontraram nível de relação moderado a alto, entre a força de reação do solo e a velocidade da bola ($r=0,68-0,79$) no beisebol, enfatizando a transferência da energia cinética em atividades de arremesso.

Percebe-se que a força de reação do solo e a capacidade de absorver e transferir essa energia para a extremidade superior do corpo podem afetar o desempenho do arremesso (OYAMA et al., 2017; LEHMAN et al., 2013), sendo assim, a força muscular e o complexo fascia musculotendínea das extremidades inferiores se mostra tão importante quanto das extremidades superiores (HERMASSI, S. et al., 2018), já que quando a musculatura está mais forte essa energia é transferida de forma mais eficiente (KIBLER, 1995; KAGEYAMA et al., 2015).

E assim a fraqueza muscular e o pobre controle neuromuscular de abdômen e quadril, também podem prejudicar a transferência de força (OYAMA et al., 2017). Quando a pelve e o membro inferior estão estáveis durante o arremesso há um aumento da rotação do tronco para executar o lançamento (KAGEYAMA et al., 2015). Alterações no sequenciamento de ativação muscular da cadeia cinética durante o arremesso pode gerar aumento do estresse no segmento superior (CULIVER et al., 2019; HOLT; OLIVER, 2016; OLIVER et al., 2018).

No beisebol, por exemplo, alterações no tempo de rotação da pelve afeta negativamente a sequência de movimento até o complexo do ombro para arremesso da bola, podendo diminuir a geração de energia nos membros superiores. Sem adequada contribuição da extremidade inferior, o ombro deve desenvolver maior força para compensar a perda da energia, o que pode gerar um estresse e risco de lesão na extremidade superior (HOLT; OLIVER, 2016). Assim como no beisebol, autores relataram que no *softball*, a maior flexão de tronco e maior inclinação lateral do tronco, resulta em maiores velocidades de arremesso da bola (OLIVER et al., 2018).

Como o *lateral medicine ball throw* é um teste que avalia o desempenho do arremesso que exige o movimento de toda a cadeia cinética, a força muscular e o movimento do tronco e

membro inferior parece ser importante, entretanto não foram encontrados estudos que relataram a relação da cinemática do tronco e membro inferior com o desempenho neste teste, em especial para população ativa, não atleta.

Outros fatores que podem influenciar o desempenho no arremesso, é o peso da bola, IKEDA et al. (2007), apontaram que quanto maior o peso da bola, menor foi o desempenho no arremesso, independente da capacidade física do indivíduo e independente do gênero. Além disso, a idade também é outro fator influente, sendo observada uma diferença na velocidade de arremesso quando comparamos jogadores juvenis de profissionais, em que atletas de níveis juvenis apresentam a velocidade de arremesso menor, essa diferença é devido a menor força e massa muscular nos times juvenis, mesmo apresentando mecânica de arremesso semelhante aos atletas profissionais (LEHMAN et al., 2013; FLEISING G. et al., 1999; STODDEN DF., LANGEDDORFER SJ. FLEISING, 2006).

O desempenho do arremesso também varia de acordo com a modalidade esportiva, e das características da população estudada, sendo que jogadores de vôlei, modalidade masculina, tem um média de lançamento de *medicine ball* de 15,4 metros \pm 1,1 m, lutadores homens com média de lançamento de 14,2 m \pm 1,8 m (OKADA, HUXEL, THOMAS, 2011).

As diferenças no desempenho do arremesso em jogadores do mesmo esporte, foram analisadas por Escamilla et al. (2002), que relataram que jogadores de beisebol americanos e coreanos apresentam mecânica diferente no arremesso, justificando que fatores culturais e antropométricos, como a estatura, massa corporal e comprimento do braço maiores nos americanos, poderiam influenciar na maior velocidade do arremesso da bola no jogo, sendo assim 50% da variabilidade na velocidade da bola, pode ser explicada por variáveis antropométricas (ESCAMILLA et al., 2002).

Diante dos estudos apresentados percebe-se que há estudos que investigam quais fatores estão relacionados com o arremesso esportivo, mas pouco se sabe sobre o arremesso do teste *lateral medicine ball trown* e qual seria sua utilidade como ferramenta de avaliação em população jovem e ativa. Mas percebe-se que há uma possibilidade da força de tronco e membro inferior e cinemática do membro inferior também apresentarem relação com o arremesso durante o teste.

2.3 Força muscular e dinamometria da musculatura do quadril e coluna

A avaliação da força muscular se faz importante, pois a redução da força muscular pode acarretar em aumento do risco de lesões, afetando diretamente o sistema musculoesquelético

(KOLLOCK; ONATE; VAN LUNEN, 2010). A determinação da força muscular é um procedimento muito utilizado na clínica fisioterapêutica, visto que a redução de força do membro pode levar a redução da amplitude de movimento, e conseqüentemente limitações na capacidade funcional (KOLLOCK; ONATE; VAN LUNEN, 2010).

O teste de função muscular manual é um dos métodos mais utilizados de avaliação da força, no entanto, esse método não diferencia entre indivíduos com vários graus de fraqueza muscular em comparação com métodos mais objetivos, como a dinamometria isocinética e a dinamometria manual isométrica, sendo esta segunda mais acessível para utilizar na prática clínica fisioterapêutica (BORMS; MAENHOUT; COOLS, 2016).

Apesar do isocinético ser considerado o padrão ouro para avaliação de torque muscular, estudos avaliaram a relação entre as medidas de torque, avaliadas por meio do isocinético e a dinamometria manual isométrica, sendo observada boas correlações entre as medidas (SCHRAMA et al., 2014; STARK et al., 2011), mostrando que a avaliação de dinamometria isométrica pode ser uma alternativa confiável para avaliação da força muscular. Além disso, a força isométrica máxima se mostrou útil no controle de alterações musculoesqueléticas, e também para controlar as alterações adaptativas do treinamento de força (ROMERO-FRANCO et al., 2019).

A dinamometria isométrica realiza a medida de força muscular, de forma objetiva, em Newtons (N) ou em quilograma-força (kgf), além disso, o dinamômetro manual é de fácil manuseio e baixo custo, quando comparado ao isocinético (SCHRAMA et al., 2014; STARK et al., 2011). E estudos apontam que esse equipamento possui excelente confiabilidade intra e inter avaliador para os grupos musculares de membro inferior e tronco (STARK et al., 2011; MARTINS et al., 2015; KOLLOCK; ONATE; VAN LUNEN, 2010).

Um aspecto a ser ressaltado na avaliação da força muscular, com a dinamometria manual, é em relação a utilização dos cintos para estabilizar o dinamômetro portátil e o indivíduo (MOLLER et al., 2018). Essa estabilização se mostra importante para evitar viés de mensuração e movimentos compensatórios do voluntário durante a avaliação, que induziria um erro de medição, especialmente nas mensurações em pesquisa. Isso porque, apesar da dinamometria manual ser fácil aplicação, os procedimentos precisam ser aprimorados e padronizados para garantir boas confiabilidades (MOLLER et al., 2018). Caso a força do grupo muscular a ser testado, exceda a capacidade do avaliador em manter a estabilidade do equipamento e da pessoa avaliada, a força medida não será confiável (MOLLER et al., 2018).

Com relação ao posicionamento para a avaliação e aplicação da dinamometria portátil uma revisão de literatura revela uma falta de homogeneidade na metodologia para a aplicação

da dinamometria manual, observando uma falta de padronização da posição do paciente e do avaliador, entretanto a maioria opta em utilizar os testes funcionais descritos por Kendall (2005) (MARTINS et al., 2015; STARK et al., 2011).

Além disso, há uma variedade de instrumentos utilizados para realizar medidas de força isométrica (STARK et al., 2011). Em outro estudo de revisão sistemática, no qual reuniram 54 artigos sobre dinamometria manual, foi observado que o dinamômetro manual isométrico (*marca LAFAYETTE*), foi o dispositivo mais utilizado nos estudos para avaliação da força muscular (SCHRAMA et al., 2014).

Quanto a maneira de se avaliar a força isométrica, tanto para tronco, quanto para membro inferior, é utilizada a média de três tentativas do mesmo grupo muscular, isso porque a utilização da média produziu valores mais altos de índice de confiabilidade, quando comparado com a avaliação de um teste único (SCHRAMA et al., 2014).

Em relação a confiabilidade, o coeficiente de correlação intraclasse (ICC) da avaliação da força da musculatura do quadril, com dinamometria portátil e fixação, foi ICC intraexaminador para abdutores de quadril de 0,99-0,96, extensores de quadril 0,98-0,97 e rotadores laterais de quadril 0,87-0,90, sendo portanto, considerados com excelente confiabilidade (KOLLOCK; ONATE; VAN LUNEN, 2010; CULIVER et al., 2019). Já a confiabilidade interexaminador apresentou ICC para abdutores de quadril de 0,87, extensores de quadril 0,80 e rotadores laterais de quadril 0,91, altos níveis de confiabilidade para a musculatura estabilizadora de quadril (KOLLOCK; ONATE; VAN LUNEN, 2010).

Já a confiabilidade da medida da força da musculatura de tronco pela dinamometria, apontaram excelente confiabilidade intra examinador de 0,87-0,97 e inter examinador de 0,84-0,96 em todos os grupos musculares do tronco com a dinamometria manual, porém esses avaliaram sem estabilização externa (KARTHIKBABU; CHAKRAPANI, 2017; MARTINS et al., 2015). Bohannon et al. (1991) encontraram confiabilidade inter examinador de 0.80-0.82 para flexores e inclinadores de tronco, sendo consideradas para a musculatura de tronco, de ótima a excelente.

2.4 Cinemetria do membro inferior

Os padrões de movimento durante a execução de gestões esportivos, tem sido avaliados para identificação de risco de lesão ou para melhora do desempenho esportivo (SCHURR et al., 2017). O valgo dinâmico de joelho e déficits na estabilidade dinâmica do tronco já foram considerados como mecanismo que poderiam contribuir para riscos de lesões

musculoesqueléticas (KINGSTON et al., 2020). Sendo assim, percebe-se a necessidade de identificar quais fatores cinemáticos, da extremidade inferior, poderiam colaborar no processo de avaliação e intervenção fisioterapêutica de forma mais eficiente (SCHURR et al., 2017).

A avaliação cinemática do movimento, realizada por meio de análise de movimento tridimensional (3D), é considerada o “padrão ouro”, no entanto os sistemas de captura de movimento 3D são equipamentos de alto custo e limitada utilização em ambientes clínicos (MUNRO A., HERRINGTON L., CAROLAN M., 2012; NORRIS, OLSON, 2011). Já os sistemas de captura de imagem bidimensionais (2D), geralmente são sistemas portáteis e custo inferior aos tridimensionais, podendo ser encontrados, mais frequentemente em ambientes clínicos (MUNRO A., HERRINGTON L., CAROLAN M., 2012; NORRIS, OLSON, 2011).

Atualmente já existem estudo mostrando boas correlações entre a análise de movimento pelos sistemas 2D com o 3D durante diferentes tarefas. Gwynne et al. (2014) relataram correlações moderadas a fortes entre análises 2D e 3D do joelho no plano frontal durante o agachamento unipodal ($r=0,64-0,78$), outro estudo encontrou correlações entre 2D e 3D no plano sagital para quadril ($r=0,93$), joelho ($r=0,86$) e tornozelo ($r=0,51$) (SCHURR et al., 2017). Durante o agachamento do membro inferior, uma relação entre análise 2D e 3D, para valgo de joelho, mostrou boa relação ($r=0,78$) e a confiabilidade da análise 2D entre sessões foi de ICC= 0,74 (GWYNNE; CURRAN, 2014). Dessa forma, sendo um instrumento com boa aplicabilidade na prática clínica.

Esses autores concluíram que na ausência ou impossibilidade de usar um sistema 3D o 2D é válido e confiável para medir essas angulações, sendo que a limitação da análise do movimento em 2D é relacionada às medidas rotacionais (SCHURR et al., 2017; GWYNNE; CURRAN, 2014).

2.5 Considerações do referencial teórico

Diante da importância da avaliação fisioterapêutica para conduzir uma intervenção eficaz, percebe-se a necessidade de estudos que visam aprimorar o entendimento das ferramentas de avaliação e triagem de indivíduos com déficits musculoesqueléticos. Principalmente o aprimoramento de ferramentas que avaliam os componentes físicos de forma integrada (SILVA et al., 2019). Entendemos que a utilização conjunta desses métodos, força muscular, cinemática e testes de desempenho físico, podem agregar informações sobre a capacidade e funcionalidade do indivíduo.

Portanto, percebe-se a necessidade de identificar qual a relação entre esses componentes e como eles influenciam o desempenho nos testes de desempenho físico como o *lateral medicine ball throw*, pois não se sabe quais fatores influenciam o desempenho dele e qual sua utilização em indivíduos não atletas. Entender quais fatores estão correlacionados com o desempenho do teste para melhorar a interpretação dos resultados e sua implementação na prática clínica (SCIASCIA; UHL, 2015).

3 MÉTODOS

Estudo transversal, realizado no período de janeiro de 2019 a março de 2021. Os procedimentos de pesquisa neste estudo seguem os princípios da Declaração de Helsinque. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Uberlândia (CAAE: 09073419.0.0000.5152). Todos os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O mesmo pesquisador foi responsável pela aplicação do *Lateral medicine ball throw test* e pela mensuração da força de todos os voluntários. Outro pesquisador, que não participou da coleta de dados, realizou a análise dos resultados.

Participantes

O cálculo amostral foi realizado por meio da diferença das médias e desvio padrão de trabalhos encontrados na literatura, considerando um poder do teste de 80%, nível de significância de 5% (grau de confiança de 95%), e o valor do coeficiente de correlação de 0,5, sendo o tamanho amostral de 48 voluntários. Para tal análise foi utilizado o programa BioEstat versão 5.3.

Foram recrutados 84 indivíduos fisicamente ativos (43 mulheres e 41 homens) de acordo com o Questionário Internacional de Atividade física (IPAQ) (MATSUDO, 2001), com idade entre 18-30 anos (Tabela 1). O recrutamento dos participantes foi realizado por meio de cartazes distribuídos em academias da cidade de Uberlândia e em mídias sociais e de comunicação.

Os critérios de inclusão foram: praticar exercício físico regular por, no mínimo dois meses anteriores à avaliação, apresentar-se assintomático quanto às queixas musculoesqueléticas nos últimos seis meses, e sem lesões musculares e ortopédicas há pelo menos dois anos. Não foram incluídos indivíduos com problemas neurológicos, vestibulares e musculoesqueléticos, ou em processo de reabilitação. Foram excluídos voluntários que não conseguissem realizar o teste. Não foram excluídos participantes do estudo.

Avaliação Inicial

Todos os participantes foram submetidos a uma avaliação contendo um questionário individual, para a coleta dos dados antropométricos (massa corporal e estatura), perfil de atividade e histórico de lesão do voluntário, além de verificar a dominância de membro inferior (membro dominante definido como o membro que chuta uma bola na máxima distância possível) (KAGEYAMA et al., 2014; SHINKLE et al., 2012). Em seguida, todos os

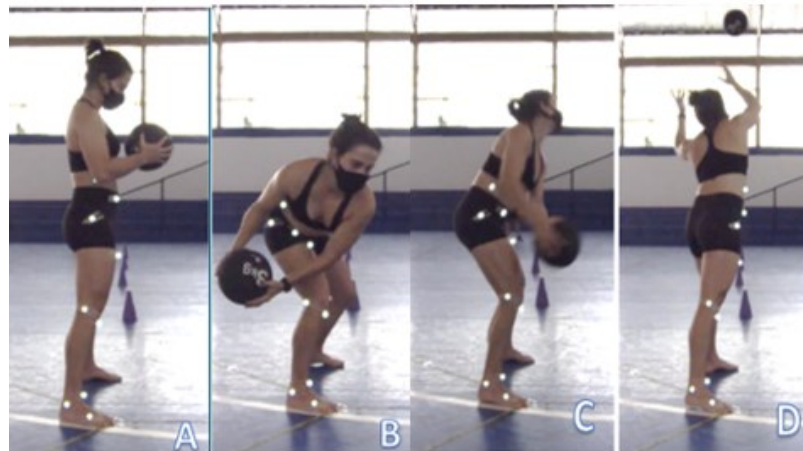
participantes foram submetidos à realização do *Lateral Medicine ball throw*, e posteriormente às medidas de força muscular de forma randomizada por sorteio.

Lateral medicine ball throw test

O teste consistiu nas seguintes fases: preparatória, na qual os participantes, com os pés afastados na largura dos ombros, seguravam a *medicine ball* de 3 kg (Figura 2A). O estudo foi realizado no Brasil, e os pesquisadores encontraram somente *medicine ball* de 3 Kg no mercado, sendo o que mais se aproxima dos outros estudos que utilizaram a *medicine ball* de 2,7 Kg. A primeira fase do teste foi a fase de contramovimento, na qual os participantes flexionavam os quadris, joelhos e tronco e seguravam a bola com as duas mãos abaixo da cintura pélvica, do lado do membro dominante e contralateral ao lado de lançamento (Figura 2B); aceleração ascendente, na qual iniciava-se o lançamento com bola à frente do corpo, os membros superiores realizavam flexão dos ombros para elevar a bola acima da cabeça para o lançamento (Figura 2C); e fase desaceleração após o lançamento, estenderam o quadril e joelho em amplitude máxima (Figura 2D) (LOCKIE et al., 2014; MANSKE et al., 2013; OKADA et al., 2001).

A direção do lançamento foi definida de acordo com a dominância do voluntário, sendo o membro dominante considerado como o membro pivô para o arremesso ((LOCKIE et al., 2014). Cada voluntário realizou o teste três vezes para familiarização, e três vezes para análise, com trinta segundos de recuperação entre os lançamentos (LOCKIE et al., 2014; LEHMAN et al., 2013). As medidas de desfecho do teste consistiram na distância horizontal atingida pelo lançamento, medida em metros por meio de uma fita métrica, com marcações no chão a cada 2 metros da linha zero, a partir do pé do membro dominante até o primeiro contato da bola com o chão, e foi realizada sempre pelo mesmo avaliador. A normalização da distância de lançamento foi realizada pela massa corporal (kg) (LOCKIE et al., 2014), sendo considerado para a análise dos dados a média de três repetições. Todos os voluntários realizaram o teste descalço, sem interferência de calçado, a fim de padronização do teste.

Figura 2 - *Lateral Medicine ball throw*. A- Preparação; B-Contramovimento; C-Aceleração; D-Desaceleração.



Fonte: Autor.

Análise Cinemática

A análise cinemática dos movimentos do quadril, joelho e tornozelo no plano sagital e do movimento do joelho no plano frontal do membro inferior dominante foi realizada durante a fase de contramovimento no *Lateral medicine ball throw test* (Figura 2B), por meio de um sistema de câmeras 2D. Para tal, foram posicionadas 2 câmeras de captura de imagens bidimensionais (Noraxon®) de frequência de 125 Hz, sendo uma posicionada no plano frontal e a outra no plano sagital, a 2 metros de distância do participante.

Foram posicionados nove marcadores reflexivos no membro dominante, sempre pelo mesmo avaliador, nos seguintes pontos: espinha ilíaca ântero-superior (EIAS), 30 cm abaixo das EIAS (WILLSON et al., 2008) trocânter maior do fêmur, epicôndilo femoral lateral e no maléolo lateral, no ponto médio entre os maléolos, no ponto médio entre os côndilos femorais, na cabeça do quinto metatarso, e no ponto mais elevado da crista ilíaca (Figura 3) (WILLSON et al., 2008; ALMEIDA et al., 2015; FLEISING et al., 2017; SCHURR et al., 2017). Para a análise dos ângulos, foi utilizado o programa MyoVideo (Noraxon®).

Figura 3 – Posicionamento dos marcadores reflexivos. A- Ápice da crista ilíaca, B- EIAS, C- trocânter maior do fêmur, D-30 cm abaixo da EIAS, E- epicôndilo lateral do fêmur, F- ponto médio entre os côndilos, G- ponto médio entre os maléolos, H- maléolo lateral, I- cabeça do quinto metatarso.

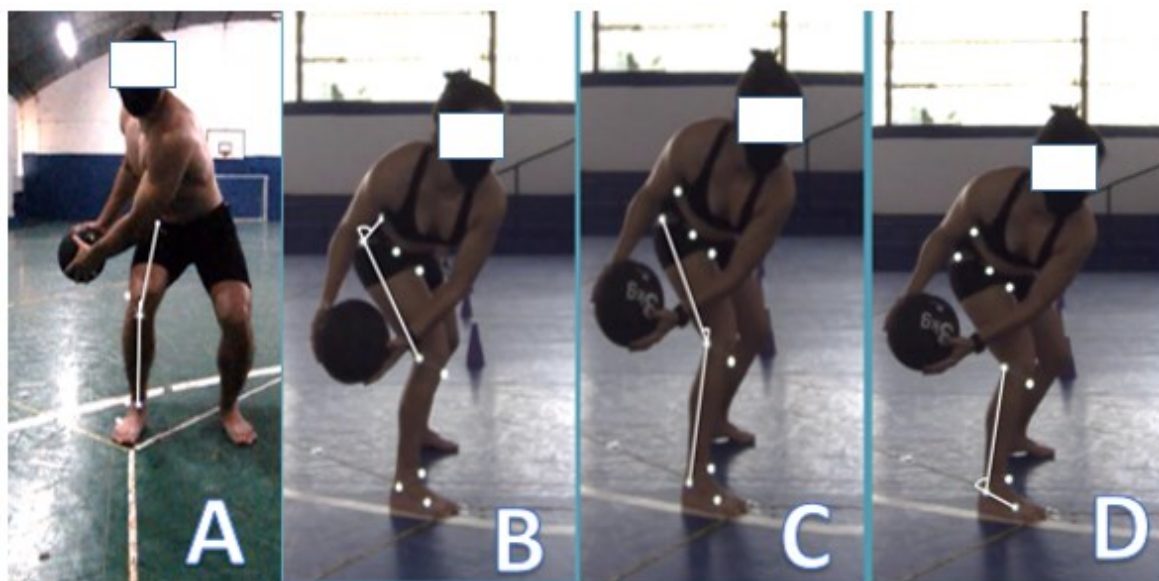


Fonte: Autor.

As análises angulares foram realizadas de acordo com os seguintes procedimentos: 1) Abdução do joelho - ângulo formado a partir da reta do marcador posicionado 30 cm abaixo da EIAS ao ponto médio entre os côndilos femorais e a reta entre o ponto médio entre os côndilos femorais ao ponto médio entre os maléolos (Figura 4A) (WILLSON et al., 2008); 2) Flexão de quadril – ângulo formado a partir da reta do marcador da crista ilíaca ao trocânter maior do fêmur, coma reta do trocânter maior ao côndilo lateral do fêmur (Figura 4B) (SCHURR et al., 2017; ESCAMILLA et al., 2002); 3) Flexão de joelho – ângulo formado entre a reta do trocânter maior do fêmur ao epicôndilo lateral do fêmur e a reta entre o epicôndilo lateral do fêmur ao maléolo lateral (Figura 4C) (SCHURR et al., 2017; ESCAMILLA et al., 2002) e 4) Dorsiflexão de tornozelo – ângulo formado a partir da reta do marcador no epicôndilo lateral do fêmur ao maléolo lateral, e a reta entre o maléolo lateral a cabeça do quinto metatarso (Figura 4D) (SCHURR et al., 2017; ESCAMILLA et al., 2002).

Para análise da associação entre medidas cinemáticas e de desempenho funcional, foi usado o valor médio de cada variável de desfecho cinemática das fases do contramovimento obtida dos três arremessos do teste (HOLT et al., 2016).

Figura 4 – Medidas cinemáticas de desfecho: A- ângulo de abdução/adução do joelho, B- ângulo de flexão/extensão do quadril, C- ângulo de flexão/extensão do joelho, D-ângulo de dorsiflexão/flexão plantar do tornozelo.



Fonte: Autor.

Avaliação da força muscular

A força muscular foi avaliada utilizando um dinamômetro manual isométrico *Nicholas Manual Muscle Testar* (Lafayette Instrument Company, EUA), sendo a unidade de medida adotada em Newton (N). Foram utilizados cintos para estabilização e para evitar movimentos compensatórios do participante durante a avaliação, além de reduzir viés na mensuração da força (SCHARMA et al, 2014; IRELAND et al., 2003; KANG et al., 2015).

A ordem dos músculos testados foi randomizada. Previamente ao teste de cada grupo muscular foi realizada a familiarização com os procedimentos e equipamento, por meio de uma contração isométrica submáxima. Após um minuto de repouso, foram realizadas três contrações isométricas máximas de cada grupo muscular do tronco e do membro inferior dominante (SCHARMA et al, 2014; IRELAND et al., 2003; KANG et al., 2015). A análise dos dados levou em consideração a média de força obtida entre as três repetições do mesmo grupo muscular (SCHARMA et al, 2014; IRELAND et al., 2003; KANG et al., 2015).

A avaliação da musculatura flexora lateral de tronco foi realizada de forma bilateral e, visto não ter sido observada diferença estatística entre os lados, a média entre os lados foi considerada para a análise.

Foram utilizados 30 segundos de repouso entre as repetições de cada teste, para um mesmo grupo muscular, e pelo menos 60 segundos de repouso entre cada avaliação de grupos musculares diferentes. Caso ocorresse diferenças de níveis de força superiores a 10% entre as repetições, a medida foi descartada e repetida, sendo que não foi ultrapassada 5 tentativas no mesmo grupo muscular, por participante e respeitando o tempo de descanso de 30 segundos (SCHARMA et al, 2014; IRELAND et al., 2003; KANG et al., 2015).

A duração de cada contração foi padronizada em cinco segundos, sendo fornecida incentivo verbal padronizado, pelo mesmo examinador, para todos os testes. A normalização dos dados foi feita de acordo com a massa corporal do participante (N/kg) (IRELAND et al., 2003; KANG et al., 2015).

Extensores de tronco

O participante foi posicionado em decúbito ventral sobre a maca, com as mãos na região posterior da cabeça. Dois cintos estabilizadores foram posicionados, sendo um no terço proximal da perna e o outro na região do quadril (alinhado ao trocânter maior do fêmur). O dinamômetro foi posicionado entre as escápulas na região do processo espinhoso da vértebra T4, sendo estabilizado por cinto adicional. O participante foi orientado a realizar movimento de extensão de tronco (Figura 4A) (KENDALL, 2005; KARTHIKBABU; CHAKRAPANI, 2017; MARTINS et al., 2015).

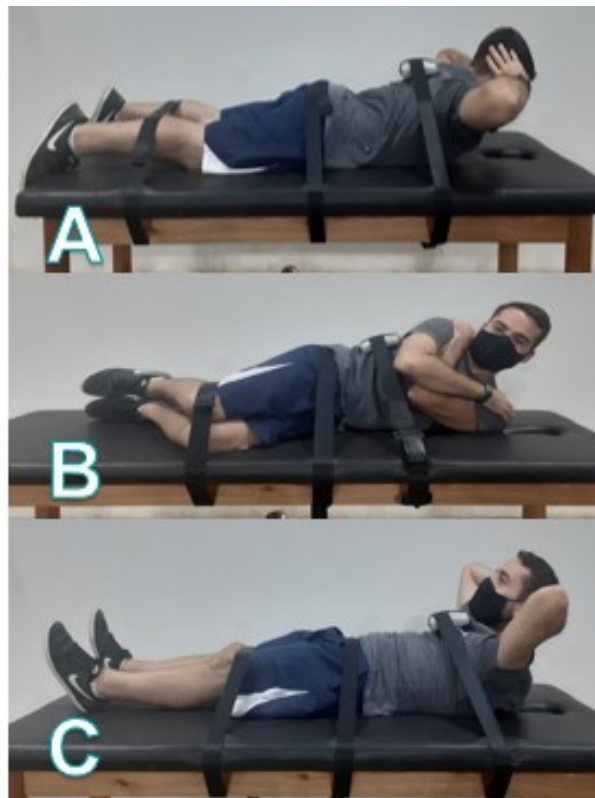
Flexores laterais de tronco

O participante foi posicionado em decúbito lateral sobre o lado não avaliado. Os membros inferiores foram mantidos em 60° de flexão de joelho, sobre a maca, e os membros superiores cruzados na região anterior do tronco. Dois cintos estabilizadores foram posicionados, sendo um na região do quadril (alinhado ao trocânter maior do fêmur) e o outro na região do joelho e a estabilização de um avaliador sob os membros inferiores do voluntário. O dinamômetro foi posicionado sob a última costela e fixado por um cinto adicional. O participante orientado a realizar a flexão lateral do tronco (Figura 5B) (KENDALL, 2005; KARTHIKBABU; CHAKRAPANI, 2017; MARTINS et al., 2015).

Flexores de tronco

O participante foi posicionado em decúbito dorsal sobre a maca, com as mãos na região posterior da cabeça. Dois cintos estabilizadores foram posicionados, sendo um na região do quadril (alinhado ao trocânter maior do fêmur) e o outro na região superior da patela, para evitar movimentos compensatórios. O dinamômetro foi posicionado na região central do esterno e fixado por um cinto adicional. O participante foi orientado a realizar a flexão de tronco, sendo esta realizada até o momento em que o voluntário retirasse o contato das escápulas com a maca (Figura 5C) (KENDALL, 2005; KARTHIKBABU; CHAKRAPANI, 2017; MARTINS et al., 2015).

Figura 5 – Posicionamento do participante para as medidas de força isométrica dos músculos do tronco: A- Extensores de tronco, B- Flexores laterais de tronco, C- Flexores de tronco.



Fonte: Autor.

Abdutores do Quadril

O participante foi posicionado em decúbito lateral na maca sobre o lado contralateral ao avaliado, com um cinto estabilizador na região das cristas ilíacas. O membro inferior avaliado (membro dominante) foi posicionado em 20° de abdução, 10° de extensão e rotação neutra do quadril, com o joelho estendido. O membro inferior não avaliado posicionado em 45° de flexão do quadril e joelho. O centro do dinamômetro foi posicionado 5 cm proximal ao maléolo lateral e um cinto adicional foi utilizado para estabilizar o dinamômetro. O participante foi instruído a realizar a abdução do quadril, empurrando o cinto (Figura 6A) (ALMEIDA et al., 2015; IRELAND et al., 2003; WILSON et al., 2017).

Extensores do Quadril

O participante foi posicionado em decúbito ventral sobre a maca com o membro avaliado em 10° de extensão e discreta rotação lateral do quadril, com joelho fletido a 90° e um cinto estabilizador posicionado superiormente à região das cristas ilíacas. O centro do dinamômetro foi posicionado na região posterior da coxa, 5 cm proximal à interlinha articular do joelho, estabilizado por um cinto adicional. O participante foi instruído a realizar a extensão do quadril com o joelho fletido, empurrando o cinto (Figura 6B) (ALMEIDA et al., 2015; IRELAND et al., 2003; WILSON et al., 2017).

Rotadores Laterais do Quadril

O participante foi posicionado sentado na maca, com o joelho fletido a 90°, e um cinto estabilizador na região anterior de coxa para evitar compensações em adução e flexão de quadril. O centro do dinamômetro posicionado a 5 cm proximal ao maléolo medial e estabilizado por um cinto adicional. O participante foi instruído a realizar a rotação lateral do quadril, empurrando o cinto (Figura 6C) (ALMEIDA et al., 2015; IRELAND et al., 2003; WILSON et al., 2017).

Figura 6- Posicionamento do participante para as medidas de força isométrica dos músculos do quadril: A-Abdutores de quadril, B- Extensores de quadril e C- Rotadores laterais de quadril.



Fonte: Autor.

Análise Estatística

Inicialmente, os conjuntos de dados foram avaliados quanto à normalidade por meio do teste estatístico *Shapiro-Wilk*. De acordo com esta análise, as medidas de correlação entre a força isométrica de tronco e quadril com o desempenho no teste, e de correlação entre as medidas cinemáticas com o desempenho no teste foram realizadas por meio do coeficiente de correlação produto-momento de Pearson (r), considerada como forte ($0,5 \leq r < 1$), moderada ($0,3 < r < 0,5$) e fraca ($r < 0,3$), sendo valores de r moderado e alta considerados clinicamente relevantes.³⁰ Para todos os testes estatísticos, foi considerado nível de significância de 5% (PEAT, 2009).

4 RESULTADOS

As características da amostra em relação a idade (anos), estatura (cm), massa corporal (kg), frequência de atividade física (hs/semana) e lado de dominância (D:E) estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1- Média e Desvio Padrão para os dados antropométricos e de frequência de prática de atividade física (n= 84, 43 mulheres e 41 homens).

Variáveis	Voluntários
Idade (anos)	23,29 (3,10)
Estatura (cm)	170,67 (9,29)
Massa Corporal (kg)	69,71 (13,27)
Frequência de Atividade Física (horas/semana)	4,56 (1,11)
Gênero (H:M)	41:43
Dominância (D:E)	76:8

Fonte: Autor.

Os valores de média e desvio padrão dos dados de força de rotadores laterais de quadril, abdutores de quadril, extensores de quadril, flexores, extensores e flexores laterais de tronco, normalizados pela massa corporal, estão apresentados na tabela 2. Os valores médios e desvio padrão das medidas cinemáticas de flexão de quadril, joelho, abdução de joelho e dorsiflexão do tornozelo dos participantes na fase de contramovimento do *Lateral Medicine ball throw* apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Média (desvio padrão) das variáveis de dinamometria isométrica, dados cinemáticos e desempenho do teste *Lateral Medicine ball throw test* (n= 84, 43 mulheres e 41 homens).

Variáveis	Voluntários (n=84)
Cinemetria (graus)	
Flexão de Quadril	48,90 (13,83)
Flexão de Joelho	54,89 (13,52)

Dorsiflexão de Tornozelo	16,62 (6,99)
Abdução de Joelho	10,65 (6,09)

Dinamometria (N/kg)

Força de Rotadores laterais de quadril	1,70 (0,44)
Força de Abdutores de quadril	2,16 (0,58)
Força de Extensores de quadril	3,32 (1,10)
Força de Flexores de tronco	2,22 (0,83)
Força de Extensores de tronco	3,07 (0,91)
Força de Flexores laterais de tronco	1,88 (0,85)

Teste de Desempenho Funcional

Desempenho no <i>Lateral Medicine ball throw test</i> (m/kg)	0,11 (0,02)
--	-------------

Fonte: Autor.

Houve uma correlação fraca e negativa entre o desempenho do *Lateral Medicine ball throw test* e os ângulos de flexão de quadril e uma correlação moderada positiva com as medidas de abdução do joelho e o desempenho no teste (Tabela 3). Houve uma correlação forte e positiva entre o desempenho no teste e a força de rotadores laterais de quadril e flexores de tronco; e moderada e positiva com a força de abdutores de quadril, extensores de quadril e flexores laterais de tronco (Tabela 3).

Tabela 3 – Nível de Correlação (valor r) entre cinematria e dinamometria com o desempenho no *Lateral Medicine ball throw test* (n= 84, 43 mulheres e 41 homens).

Cinematria x Teste de Desempenho Físico	Valor de r	Valor de p
Flexão de Quadril	-0.26*	0.013
Flexão de Joelho	0.023	0.83
Dorsiflexão de Tornozelo	-0.06	0.61
Abdução de Joelho	0.30*	0.005

Dinamometria x Teste de Desempenho Físico	Valor de r	Valor de p
Rotadores Laterais de Quadril	0.56*	0.0001
Abdutores de Quadril	0.47*	0.0001
Extensores de Quadril	0.40*	0.0001
Flexores de Tronco	0.65*	0.0001

Extensores de Tronco	0.16	0.41
Flexores laterais de Tronco	0.41*	<i>0.0001</i>

* $p \leq 0,05$.

Fonte: Autor.

5 DISCUSSÃO

O objetivo primário do estudo foi observar a correlação entre a força muscular dos estabilizadores de quadril e tronco com o desempenho do *Lateral Medicine ball throw test* em indivíduos fisicamente ativos. Os resultados do presente estudo confirmaram a hipótese inicial, uma vez que a força dos músculos do quadril, flexores e flexores laterais de tronco apresentaram correlações moderadas e altas com o desempenho do teste. Além disso, a força demonstrou ser um fator mais relevante na distância do arremesso, em relação a cinemática do membro inferior, na fase de contramovimento do teste.

Tais resultados podem ser explicados pelo princípio de transferência de força, sendo que a extremidade inferior e o tronco tem um papel importante na cadeia cinética do arremesso, pois os segmentos do corpo são interdependentes (OLIVER et al., 2019). A musculatura do membro inferior desempenha um papel estabilizador e de controle de movimento para realização de atividades da extremidade superior, sendo que o membro inferior pivô do arremesso gera o impulso durante o lançamento pela extensão do quadril e joelho, otimizando os níveis de força de reação do solo, juntamente com o aumento da energia rotacional do tronco (KAGEYAMA et al., 2014; YANAGISAWA et al., 2018).

Neste sentido, estando a extremidade inferior e o tronco com níveis de força adequados, espera-se uma melhor capacidade de transferência de energia cinética para a parte superior do corpo, sem perdas de energia relevantes (SHINKLE et al., 2012; OLIVER et al., 2018; BULLOCK et al., 2018). Outros autores acrescentam ainda que a rotação sequencial dos segmentos pélvico-tronco no arremesso requer força e controle, sendo que em casos de fraqueza e redução do controle neuromuscular da musculatura abdominal, poderia ocorrer a rotação do tronco previamente à rotação pélvica, comprometendo a eficiência da cadeia cinética na transferência da energia entre os segmentos e, conseqüentemente, o desempenho no arremesso (OYAMA et al., 2018; OLIVER et al., 2018; BULLOCK et al., 2018).

Os estabilizadores de quadril são responsáveis por gerar uma base estável para ocorrer a rotação do tronco para o lançamento da bola (KAGEYAMA et al., 2014), principalmente a força de abdutores de quadril do membro pivô, que colabora para a estabilização pélvica contralateral (YANAGISAWA et al., 2018). Além da estabilização, a musculatura do quadril também seria responsável pela execução dos movimentos, pois durante a fase de contramovimento, a musculatura extensora de quadril armazena energia elástica para usar na fase de aceleração do arremesso, em um ciclo típico de estiramento-alongamento muscular, base na atividade pliométrica (OLIVER et al., 2011).

Apesar das diferenças metodológicas, Ikeda et al. (2007) verificaram que pessoas com melhor desempenho no arremesso de *medicine ball* apresentavam maior atividade eletromiográfica do músculo oblíquo externo do lado contralateral ao arremesso, sugerindo que a força de rotação isométrica do tronco de um lado tem efeito significativo na rotação dinâmica do lado contralateral, além de fornecer estabilidade para a função das extremidades (SHINKLE et al., 2012). Além disso, Escamilla et al. (2002) relataram que arremessadores profissionais apresentam um aumento da atividade dos músculos reto abdominal e oblíquos abdominais durante o arremesso, destacando novamente a importância desta relação funcional entre a função do tronco e o desempenho no arremesso.

Apesar de não terem sido encontrados estudos que investigassem a relação específica entre a força da musculatura do quadril e tronco com o *lateral medicine ball throw test* em pessoas fisicamente ativas, Shinkle et al. (2012) verificaram correlação moderada entre o agachamento de 1RM (Kg) com lançamento de *medicine ball* de 2,7 kg ($r=0,45$) em jogadores de futebol, demonstrando a relação entre a força de membro inferior no agachamento e o lançamento da bola. Ao mesmo tempo, foi verificada em tenistas de elite a relação entre a força isocinética de rotação de tronco com o desempenho no arremesso de *medicine ball* de 2,7 Kg ($r= 0,78$) (ELLENBECKER, 2004). Apesar das diferenças metodológicas, esses achados reforçam a influência da musculatura do tronco e membro inferior no desempenho no arremesso, em diferentes populações.

Em relação à cinemática de flexão de quadril, joelho e tornozelo, nossos resultados não suportam a hipótese de que a cinemática de membro inferior estaria relacionada com o desempenho do teste. Devido caráter pliométrico do teste de contração excêntrica e absorção de energia da musculatura extensora do membro inferior na fase de contra movimento e uma mudança rápida para contração concêntrica na fase de aceleração (BALDON et al., 2014), acredita-se que ao realizar os movimentos em flexão do quadril, joelho e tornozelo, estariam produzindo energia elástica nos músculos extensores (OLIVER et al., 2011), mas a transformação da energia elástica para energia cinética parece não ter dependência da posição do membro inferior no plano sagital adotado pelo participantes na fase do contra movimento, os resultados de relação entre a cinemática do membro inferior com a desempenho no teste não se mostraram clinicamente relevantes.

Já em relação ao movimento de abdução do joelho, hipotetizou-se a existência de correlação negativa entre o deslocamento do joelho no plano frontal e desempenho no teste, sabe-se na literatura que maiores ângulos de valgo podem gerar alteração no funcionamento da cadeia cinética (HORAN et al., 2014). Visto que durante a fase de contra movimento do teste

os indivíduos realizam agachamento favorecendo a um deslocamento do joelho no plano frontal em caso de fraqueza muscular de abdutores e rotadores laterais de quadril (BALDON et al., 2014), entretanto nossos dados não comprovaram tal hipótese.

Devido à limitação da análise 2D, não foi possível avaliar os movimentos no plano transversal como a rotação de quadril e a rotação do tronco, que vem se mostrando mais importantes para a transferência de força na cadeia cinética do arremesso do que os movimentos realizados exclusivamente no plano sagital (CULIVER et al., 2019), isso por que estudos que fizeram análise do movimento 3D durante o arremesso, observaram que a rotação externa de quadril diminuída altera a transferência de energia na cadeia cinética, levando a necessidade de aumentar o torque no ombro (HOLT et al., 2016; OLIVER et al., 2018). Não foi possível analisar a cinemática do membro inferior em outras fases do teste devido os movimentos de rotações, além de não ser possível observar os movimentos do tronco, sendo essas sugestões para estudos futuros. Outra limitação é a extrapolação dos resultados. Cabe ressaltar que a avaliação foi em indivíduos jovens, ativos e sem lesão, e que estudos adicionais devem observar os fatores influentes do desempenho desse teste em populações sintomáticas e em diferentes faixas etárias.

Entre as implicações do nosso estudo, percebe-se que tal teste pode ser útil na avaliação de indivíduos fisicamente ativos para triar quais necessitam de uma avaliação mais detalhada de força da musculatura estabilizadora de quadril e abdômen, além de poder ser uma opção de teste para treinamento de força. Além disso, a força da musculatura do quadril e tronco se mostrou importante, para os indivíduos ativos, durante execução de tarefas do membro superior que demandam atuação da cadeia cinética.

6 CONCLUSÃO

A força da musculatura estabilizadora de quadril e tronco apresenta relação moderada a forte com o desempenho no *Lateral medicine ball throw test*, em indivíduos fisicamente ativos. Dessa forma, um aumento na força muscular do quadril e do tronco pode refletir em melhora do desempenho do arremesso. Além disso, a força parece ser um fator mais influente no desempenho do teste quando comparado a posição do membro inferior durante a fase de contramovimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L.; et al. Does Anterior Knee Pain Severity and Function Relate to the Frontal Plane Projection Angle and Trunk and Hip Strength in Women with Patellofemoral Pain? **Journal of Bodywork and Movement Therapies**. 2015; 19 (3):558-64. DOI: [10.1016/j.jbmt.2015.01.004](https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.01.004)

BALDON, R. M. et al. Effect of plyometric training on lower limb biomechanics in females. **Clin J Sport Med**. v. 4, n. 1, p. 44-50, 2014. DOI: [10.1097/01.jsm.0000432852.00391.de](https://doi.org/10.1097/01.jsm.0000432852.00391.de)

BOHANNON, R. Interrelationships of trunk and extremity muscle strengths and body awareness following unilateral brain lesions. **Percept Mot Skills**. v. 73, n.3, p. 1016-8, 1991. DOI: [10.2466/pms.1991.73.3.1016](https://doi.org/10.2466/pms.1991.73.3.1016)

BORMS, D.; MAENHOUT, A.; COOLS, A. M. Upper Quadrant Field Tests and Isokinetic Upper Limb Strength in Overhead Athletes. **Journal of Athletic Training**, v. 51, n. 10, p. 789–796, out. 2016. DOI: [10.4085/1062-6050-51.12.06](https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.12.06)

BULLOCK, G. S. et al. The Relationship of range motion, hip shoulder separation, and pitching kinematics. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 15, n. 6, p. 1119–1128, dez. 2020. . DOI: [10.26603/ijsp20201119](https://doi.org/10.26603/ijsp20201119)

BULLOCK, G. S. et al. The Relationship Between Trunk Rotation, Upper Quarter Dynamic Stability, and Pitch Velocity. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 32, n. 1, p. 261–266, 2018. DOI: [10.1519/JSC.0000000000001772](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001772)

CULIVER, A. et al. Correlation Among Y-Balance Test-Lower Quarter Composite Scores, Hip Musculoskeletal Characteristics, and Pitching Kinematics in NCAA Division I Baseball Pitchers. **Journal of Sport Rehabilitation**, v. 28, n. 5, p. 432–437, 1 jul. 2019. DOI: [10.1123/jsr.2017-0111](https://doi.org/10.1123/jsr.2017-0111)

EBBEN, WP, HINTZ, MJ, SIMENZ, CJ. Strength and conditioning practices of Major League Baseball strength and conditioning coaches. **J Strength Cond Res**. v. 19, p. 538–546, 2005. DOI: [10.1519/R-15464.1](https://doi.org/10.1519/R-15464.1)

ELLENBECKER TS., ROETERT EP. An isokinetic profile of trunk rotation strength in elite tennis players. **Med Sci Sports Exerc**; v. 36, n. 11, p. 1959-63, . 2004. DOI: [10.1249/01.mss.0000145469.08559.0e](https://doi.org/10.1249/01.mss.0000145469.08559.0e)

ESCAMILLA, R. et al. Kinematic and kinetic comparisons between American and Korean professional baseball pitchers. **Sports Biomechanics**, v. 1, n. 2, p. 213–228, jul. 2002. DOI: [10.1080/14763140208522798](https://doi.org/10.1080/14763140208522798)

FLEISING, G, BARRENTINE, S, ZHENG, N, ESCAMILLA, R, ANDREWS, JR. Kinematic and kinetic comparison of baseball pitching among various levels of development. **J Biomech.**, v. 32, p. 1371–1375, 1999. DOI: [10.1016/s0021-9290\(99\)00127-x](https://doi.org/10.1016/s0021-9290(99)00127-x)

FLEISIG, G. et al. Biomechanical Analysis of Weighted-Ball Exercises for Baseball Pitchers. **Sports Health**. v. 9, n. 3, p. 210-215, 2017. DOI: [10.1177/1941738116679816](https://doi.org/10.1177/1941738116679816)

GANESH, G., CHHABRA, G., MRUTYUNJAY, K. Efficacy of the star excursion balance test in detecting reach deficits in subjects with chronic low back pain. **Physiother Res Int**. v. 20, n. 1, p. 9-15. 2015. DOI: [10.1002/pri.1589](https://doi.org/10.1002/pri.1589)

GOLDBECK TG, DAVIES GJ. Test-retest reliability of the closed kinetic chain upper extremity stability test: A clinical field test. **J Sport Rehabil**. v. 9, p. 35-45. 2000.

GORMAN PP, BUTLER RJ, PLISKY PJ, KIESIL KB. Upper quarter Y balance test: Reliability and performance comparison between genders in active adults. **J Strength Cond Res**. v. 26, n. 11, p. 3043–8.2012. DOI: [10.1519/JSC.0b013e3182472fdb](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182472fdb)

GWYNNE, C. R.; CURRAN, S. A. Quantifying frontal plane knee motion during single limb squats: reliability and validity of 2-dimensional measures. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 9, n. 7, p. 898–906, dez. 2014. PMID: [25540705](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25540705/)

HERMASSI, et al., Relationship between Olympic weightlifting exercises, peak power of the upper and lower limb, muscle volume and throwing ball velocity in elite male handball players. **Sportverletz Sportschaden.**, v. 33, p. 104-112, 2019. DOI: [10.1055/a-0625-8705](https://doi.org/10.1055/a-0625-8705)

HOLT, T.; OLIVER, G. D. Hip and upper extremity kinematics in youth baseball pitchers. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 9, p. 856–861, 2016. DOI: [10.1080/02640414.2015.1076163](https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1076163)

HORAN, S. A. et al. Lower-limb kinematics of single-leg squat performance in young adults. **Physiotherapy Canada. Physiotherapie Canada**. v. 66 , n. 3, p. 228–233, 2014. doi: [10.3138/ptc.2013-09](https://doi.org/10.3138/ptc.2013-09)

IKEDA, Y., et al. Relationship between side medicine-ball throw performance and physical ability for male and female athletes. **Eur J Appl Physiol.**; v. 99, n. 1, p. 47-55, 2007. DOI: [10.1007/s00421-006-0316-4](https://doi.org/10.1007/s00421-006-0316-4)

IRELAND, M., et al. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. **J Orthop Sports Phys Ther**. v. 33, n. 11, p. 671-6, 2003. DOI: [10.2519/jospt.2003.33.11.671](https://doi.org/10.2519/jospt.2003.33.11.671)

KAGEYAMA, M. et al. Difference between adolescent and collegiate baseball pitchers in the kinematics and kinetics of the lower limbs and trunk during pitching motion. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 14, n. 2, p. 246–255, jun. 2015. PMID: [25983571](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25983571/)

KANG M. H, et al. Relationship Between the Kinematics of the Trunk and Lower Extremity and Performance on the Y-Balance Test. **American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation**. v. 7, n. 11, p. 1152-8, 2015. DOI: [10.1016/j.pmrj.2015.05.004](https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2015.05.004)

KARTHIKBABU, S., CHAKRAPANI, M. Hand-Held Dynamometer is a Reliable Tool to Measure Trunk Muscle Strength in Chronic Stroke. **J Clin Diagn Res**. v. 11, n. 9. 2017. doi: [10.7860/JCDR/2017/28105.10672](https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/28105.10672)

KENDALL FP., et al. **Músculos: provas e funções**. 5. ed. Barueri: Manole; 2005.

KIBLER WB., Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. **Clin Sports Med.**, v.14; p. 79-85, 1995. PMID: 7712559

KIBLER, W.B. Specificity and sensitivity of the anterior slide test in throwing athletes with superior glenoid labral tears. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**. v. 11,p. 296-300, 1995. DOI: [10.1016/0749-8063\(95\)90006-3](https://doi.org/10.1016/0749-8063(95)90006-3)

KINGSTON, B. et al. Validity and reliability of 2-dimensional trunk, hip, and knee frontal plane kinematics during single-leg squat, drop jump, and single-leg hop in females with patellofemoral pain. **Physical Therapy in Sport: Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine**, v. 45, p. 181–187, set. 2020. DOI: [10.1016/j.ptsp.2020.07.006](https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.07.006)

KOLLOCK, R. O.; ONATE, J. A.; VAN LUNEN, B. The Reliability of Portable Fixed Dynamometry During Hip and Knee Strength Assessments. **Journal of Athletic Training**, v. 45, n. 4, p. 349–356, 2010. DOI: [10.4085/1062-6050-45.4.349](https://doi.org/10.4085/1062-6050-45.4.349)

LEE DR, KIM LJ. Reliability and validity of the closed kinetic chain upper extremity stability test. **J Phys Ther Sci**. v.27, n. 4, p. 1071– 1073. 2015. doi: [10.1589/jpts.27.1071](https://doi.org/10.1589/jpts.27.1071)

LEHMAN G., DRINKWATER, E., BEHM, D. Correlation of throwing velocity to the results of lower- body field tests in males college baseball players. **J Strength Cond Res.**, v. 27, n. 4, p. 902-8, 2013. DOI: [10.1519/JSC.0b013e3182606c79](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182606c79)

LOCKIE, R. et al. The effects of traditional and enforced stopping speed and agility training on multidirectional speed and athletic function. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 28, n.6, p. 1538-1551. 2014. DOI: [10.1519/JSC.0000000000000309](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000309)

MACNALLY MP., et al. Leg ground reaction forces predict throwing velocity in adult recreational baseball pitchers. **Jornal of Strenght and Conditioning research**. v. 29, p. 2708-2715, 2015. DOI: [10.1519/JSC.0000000000000937](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000937)

MAC WILLIAMNS BA, CHOI T, PEREZOUS MK, CHAO EYS, and MCFARLAND EG. Characteristic Ground-Reaction Forces in Baseball Pitching. **The American Journal of Sports Medicine**. v. 26, p. 66-71, 1998. DOI: [10.1177/03635465980260014101](https://doi.org/10.1177/03635465980260014101)

MANSKE, R., REIMAN, M. Functional Performance Testing for Power and Return to Sports. **Sports Health**. v. 5, n. 3, p. 244-50. 2013. doi: [10.1177/1941738113479925](https://doi.org/10.1177/1941738113479925)

MARTINS, et al. Assessment of the strength of the trunk and upper limb muscles in stroke subjects with portable dynamometry: a literature review. **Fisioter. mov**. v. 28, n.1, p.169-186, 2015. <https://doi.org/10.1590/0103-5150.028.001.AR02>

MATSUDO S, et al. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. **Rev Bras Ativ Fís Saúde**. v. 6, n. 2, p. 5-18, 2001. DOI: <https://doi.org/10.12820/rbafs.v.6n2p5-18>

MOLLER, M. et al. The inter- and intrarater reliability and agreement for field-based assessment of scapular control, shoulder range of motion, and shoulder isometric strength in elite adolescent athletes. **Physical Therapy in Sport: Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine**, v. 32, p. 212–220, jul. 2018. DOI: [10.1016/j.ptsp.2018.04.005](https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.04.005)

MUNRO A, HERRINGTON L, CAROLAN M. Reliability of 2-dimensional video assessment of frontal-plane dynamic knee valgus during common athletic screening tasks. **J Sport Rehabil.**, v.21, n. 1, p. 7-11, 2012. DOI: [10.1123/jsr.21.1.7](https://doi.org/10.1123/jsr.21.1.7)

NORRIS BS, OLSON SL. Concurrent validity and reliability of two-dimensional video analysis of hip and knee joint motion during mechanical lifting. **Physiother Theory Pract.**, v., 27, n. 7, p. 521-530, 2011. DOI: [10.3109/09593985.2010.533745](https://doi.org/10.3109/09593985.2010.533745)

OKADA, C., HUXEL, K., NESSER, C. Relationship between core stability functional movement, and performance. **J Strength Cond Res.**; v. 25, n. 1, p. 252-61, 2011. DOI: [10.1519/JSC.0b013e3181b22b3e](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b22b3e)

OLIVER, G. D. et al. PITCHING MECHANICS IN FEMALE YOUTH FASTPITCH SOFTBALL. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 13, n. 3, p. 493–500, jun. 2018. PMID: [30038835](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30038835/)

OLIVER, G. D.; PLUMMER, H. Ground reaction forces, kinematics, and muscle activations during the windmill softball pitch. **Journal of Sports Sciences**. v. 29, n. 10, p. 1071–107, 2011. DOI: [10.1080/02640414.2011.576692](https://doi.org/10.1080/02640414.2011.576692)

OLIVER, G. D. et al. Effects of Hip Abduction Fatigue on Trunk and Shoulder Kinematics During Throwing and Passive Hip Rotational Range of Motion. **Journal of Sport Rehabilitation**. v. 28, n. 4, p. 304–310, 2019. DOI: [10.1123/jsr.2017-0182](https://doi.org/10.1123/jsr.2017-0182)

OYAMA, S., MYERS, J. The relationship between the push off ground reaction force and ball speed in high school baseball pitchers. **J Strength Cond Res.**, v. 32, n. 5, p. 1342-1328, 2018. DOI: [10.1519/JSC.0000000000001980](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001980)

PEAT J, BARTON B, ELLIORT E. **Statistics Workbook for Evidence-Based Health Care.** Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2009.

PLUMMER, H. A.; OLIVER, G. D. Descriptive analysis of kinematics and kinetics of catchers throwing to second base from their knees. **Journal of Electromyography and Kinesiology: Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology**, v. 29, p. 107–112, ago. 2016. DOI: [10.1016/j.jelekin.2015.08.005](https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2015.08.005)

RICHARDSON, E. et al. Role of the kinetic chain in shoulder rehabilitation: does incorporating the trunk and lower limb into shoulder exercise regimes influence shoulder muscle recruitment patterns? Systematic review of electromyography studies. **BMJ open sport & exercise medicine**, v. 6, n. 1, p. e000683, 2020. DOI: [10.1136/bmjsem-2019-000683](https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000683)

ROMERO-FRANCO, N. et al. Validity and reliability of a low-cost dynamometer to assess maximal isometric strength of upper limb. **Journal of Sports Sciences**, v. 37, n. 15, p. 1787–1793, ago. 2019. DOI: [10.1080/02640414.2019.1594570](https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1594570)

SALO, T., CHACONAS, E., The effect of fatigue on upper quarter Y- Balance test scores on recreational weightlifters: a randomized controlled trial. **Int J Sports Phys Ther.** v. 12, n. 2, p. 199-205. 2017. PMID: [28515974](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28515974/)

SCHRAMA, P., et al. Intraexaminer reliability of hand-held dynamometry in the upper extremity: a systematic review. **Arch Phys Med Rehabil.** v. 95, n. 12, p. 2444-69. 2014. DOI: [10.1016/j.apmr.2014.05.019](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.05.019)

SCHURR, S. A. et al. TWO-DIMENSIONAL VIDEO ANALYSIS IS COMPARABLE TO 3D MOTION CAPTURE IN LOWER EXTREMITY MOVEMENT ASSESSMENT. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 12, n. 2, p. 163–172, abr. 2017. PMID: 28515970

SCIASCIA, A.; UHL, T. Reliability of strength and performance testing measures and their ability differentiate persons with and without shoulder symptoms. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 10, n. 5, p. 655–666, out. 2015. PMID: [26491616](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26491616/)

SHINKLE, J. et al. Effect of core strength on the measure of power in the extremities. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 26, n. 2, p. 373–380, 2012. DOI: [10.1519/JSC.0b013e31822600e5](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822600e5)

SILVA, Y. A. et al. Reliability of the Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test in young adults. **Physical Therapy in Sport: Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine**, v. 38, p. 17–22, jul. 2019. DOI: [10.1016/j.ptsp.2019.04.004](https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.04.004)

STARK, T. et al. Hand-held Dynamometry Correlation With the Gold Standard Isokinetic Dynamometry: A Systematic Review. **PM R**. v. 3, n. 5, p. 472-9. 2011. DOI: [10.1016/j.pmrj.2010.10.025](https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.10.025)

STODDEN, DF, LANGEDDORFER, SJ, and FLEISIG, GS. Kinematic constraints associated with the acquisition of overarm throwing part I: Step and trunk actions. **Res Q Exerc Sport**, v. 77, p. 417–427, 2006. DOI: [10.1080/02701367.2006.10599377](https://doi.org/10.1080/02701367.2006.10599377)

WESTRICK, R., MILLER, J., CAROW S., GERBER, J. Exploration of the Y-Balance Test for assessment of upper quarter closed kinetic chain performance. **Int J Sports Phys Ther**. v. 7, n. 2, p. 139–147. 2012. PMID: 22530188

WILLIAMSON, J. D. et al. Intra- nad inter-rater reliability for limb length measurement and trial error assessment of the upper quarter Y- Balance test in healthy adults. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 14, n. 5, p. 707–714, set. 2019. PMID: 31598408

WILLSON J., DAVIES I. S., Utiliy of the frontal plane projection angle in females with patellofemoral pain. **Orthop Sports Phys The**. v. 38, n. 10, p. 606-15, 2008. DOI: [10.2519/jospt.2008.2706](https://doi.org/10.2519/jospt.2008.2706)

WILSON, B. R.; et al. The Relationship Between Hip Strength and the Y-Balance Test. **Journal of Sport Rehabilitation**. v. 17, p. 1-24, 2017. DOI: [10.1123/jsr.2016-0187](https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0187)

YANAGISAWA, O.; TANIGUCHI, H. Changes in lower extremity function and pitching performance with increasing numbers of pitches in baseball pitchers. **Journal of Exercise Rehabilitation**. v. 14, n. 3, p. 430–435, 2018. doi: [10.12965/jer.1836196.098](https://doi.org/10.12965/jer.1836196.098)

ANEXO A – PARECER DO CEP



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
UBERLÂNDIA/MG



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação da força muscular de Membros Superiores, Inferiores e Cinemetria envolvidos com a realização de diferentes testes funcionais

Pesquisador: Lilian Ramiro Felicio

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 09073419.0.0000.5152

Instituição Proponente: Universidade Federal de Uberlândia/ UFU/ MG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.353.192

Apresentação do Projeto:

Segundo os autores, "estudo transversal, realizado em laboratório. convidados 96 indivíduos (48 mulheres e 48 homens) ativos fisicamente (150 minutos de atividade física por semana) de ambos os sexos, com idade entre 18-30 anos, sem dor no membro superior, inferior e na coluna vertebral há mais de 6 meses. Será feita a avaliação da força muscular de membros superiores, inferiores e tronco e avaliação com testes funcionais. Serão necessário dois dias para avaliação para evitar fadiga muscular. Um dia destinado para avaliação dos membros superiores e outro para avaliação de tronco e membros inferiores.

O cálculo amostral foi realizado utilizando diferença das médias e desvio padrão de trabalhos similares encontrados na literatura, e calculado para todas as variáveis, o poder do teste considerado foi de 80% e o alfa de 0,05, sendo o tamanho amostral de 48 voluntários por grupo. Para tal análise foi utilizado o programa BioEstat versão 5.3 gratuita (Manaus-AM).

Os critérios de inclusão para ambos os sexos são: pontuação de corte de 150 minutos de atividade por semana, através do IPAQ (Questionário Internacional de Atividade física) versão curta em português (Anexo 1) (MATSUDA et al, 2001); praticarem atividade física não especifica 3x por semana, e que não realizaram cirurgias devido lesões musculoesqueléticas durante a vida. Serão excluídos os indivíduos com problemas neurológicos, vestibulares e musculoesqueléticos, os que fizeram treinamento de força no dia anterior a avaliação e os que praticam uma modalidade esportiva especifica mais de 3x por semana, ou pessoas que estão em processo de reabilitação.

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica

Bairro: Santa Mônica

CEP: 38.408-144

UF: MG

Município: UBERLANDIA

Telefone: (34)3239-4131

Fax: (34)3239-4335

E-mail: cep@propp.ufu.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
UBERLÂNDIA/MG



Continuação do Parecer: 3.353.192

As hipóteses do trabalho são: correlação positiva entre os músculos deltóide e rotadores Laterais de ombro (RL) com o desempenho do CKC, em toda a amostra, pois estão diretamente ligados com o movimento exigido pelo teste funcional; correlação positiva entre o desempenho no CKC e a força isométrica máxima da musculatura do tronco (abdominais, extensores e inclinadores) maior nos homens que realizam o teste em posição de prancha, em comparação às mulheres que realizam o teste ajoelhada; correlação positiva entre o desempenho do YBT de membro inferior a força isométrica máxima de rotadores laterais de quadril, abdutores de quadril e extensor de quadril tanto em homens quanto em mulheres; correlação positiva no desempenho do YBT-UL e a força isométrica máxima de trapézio médio e inferior em ambos os sexos; correlação positiva entre o desempenho de YBT-UL com a força isométrica máxima da musculatura do tronco (abdominais, extensores, inclinadores) em ambos os sexos. Correlação positiva entre o desempenho do Lateral medicine ball throw com a força isométrica máxima da musculatura do tronco (abdominais, extensores e inclinadores) e da musculatura do membro inferior (abdutor, rotador lateral e extensor de quadril).

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo: Correlacionar as variáveis de força muscular com o desempenho dos testes funcionais.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os autores,

"Riscos: Entre os riscos que podem ocorrer na pesquisa além do risco de identificação, mesmo com as precauções para que isso não ocorra, já que serão utilizado códigos e não o nome dos participantes. Além disso, os voluntários poderão apresentar dor muscular tardia e/ou fadiga em decorrência da avaliação dos testes musculares e todos serão alertados sobre essa possibilidade e serão orientados aos procedimentos para alívio da dor muscular, como a execução de crioterapia para alívio da dor pós exercício.

Benefícios: Os benefícios da pesquisa se dará de forma indireta para os voluntários, pois com os resultados do presente estudo irá auxiliar os profissionais de saúde com o melhor conhecimento do assunto e assim melhorar os métodos de avaliação dos profissionais da área para reduzir os riscos de lesões musculoesqueléticas."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Estudo transversal onde serão avaliados 96 participantes da pesquisa quanto à força muscular de

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica
Bairro: Santa Mônica **CEP:** 38.408-144
UF: MG **Município:** UBERLÂNDIA
Telefone: (34)3239-4131 **Fax:** (34)3239-4335 **E-mail:** cep@propp.ufu.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
UBERLÂNDIA/MG



Continuação do Parecer: 3.353.192

membros superiores, inferiores e tronco e avaliação com testes funcionais.
Propõem 02 dias de testes e avaliações. O recrutamento será através de cartazes divulgando o projeto em academias e na Universidade Federal de Uberlândia e através das redes sociais.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Documentos corretamente apresentados e assinados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12, o CEP manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

O protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com seres humanos, nos limites da redação e da metodologia apresentadas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Data para entrega de Relatório Final ao CEP/UFU: Dezembro de 2020.

OBS.: O CEP/UFU LEMBRA QUE QUALQUER MUDANÇA NO PROTOCOLO DEVE SER INFORMADA IMEDIATAMENTE AO CEP PARA FINS DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DA MESMA.

O CEP/UFU lembra que:

- a- segundo a Resolução 466/12, o pesquisador deverá arquivar por 5 anos o relatório da pesquisa e os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, assinados pelo sujeito de pesquisa.
- b- poderá, por escolha aleatória, visitar o pesquisador para conferência do relatório e documentação pertinente ao projeto.
- c- a aprovação do protocolo de pesquisa pelo CEP/UFU dá-se em decorrência do atendimento a Resolução CNS 466/12, não implicando na qualidade científica do mesmo.

Orientações ao pesquisador :

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 466/12) e deve receber uma via original do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado.
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS 466/12), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica
Bairro: Santa Mônica **CEP:** 38.408-144
UF: MG **Município:** UBERLÂNDIA
Telefone: (34)3239-4131 **Fax:** (34)3239-4335 **E-mail:** cep@propp.ufu.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
UBERLÂNDIA/MG



Continuação do Parecer: 3.353.192

previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa que requeiram ação imediata.

- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS 466/12). É papel de o pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res.251/97, item III.2.e).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1291522.pdf	07/03/2019 16:03:09		Aceito
Declaração de Pesquisadores	termo_compromisso.pdf	07/03/2019 16:01:56	AGNES RAMOS GUIRELLI	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	07/03/2019 16:00:57	AGNES RAMOS GUIRELLI	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	instrumento_coleta_dados.pdf	28/02/2019 15:12:40	AGNES RAMOS GUIRELLI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	28/02/2019 15:12:25	AGNES RAMOS GUIRELLI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_detalhado.docx	28/02/2019 15:12:09	AGNES RAMOS GUIRELLI	Aceito
Outros	curriculo.pdf	28/02/2019 15:11:34	AGNES RAMOS GUIRELLI	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica
Bairro: Santa Mônica CEP: 38.408-144
UF: MG Município: UBERLÂNDIA
Telefone: (34)3239-4131 Fax: (34)3239-4335 E-mail: cep@propp.ufu.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
UBERLÂNDIA/MG



Continuação do Parecer: 3.353.192

UBERLÂNDIA, 28 de Maio de 2019

Assinado por:
Karine Rezende de Oliveira
(Coordenador(a))

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica
Bairro: Santa Mônica **CEP:** 38.408-144
UF: MG **Município:** UBERLÂNDIA
Telefone: (34)3239-4131 **Fax:** (34)3239-4335 **E-mail:** cep@propp.ufu.br

ANEXO B – FICHA DE AVALIAÇÃO

Voluntário Número (código): _____

Data de Nascimento: ____/____/____ Data da avaliação: ____/____/____

Idade: _____

Pratica atividade física: () sim () não Qual? _____

Frequência de treinamento semanal: _____ Por quanto tempo? _____

Sente dor no membro superior () sim () não Onde? _____ Por quanto tempo? _____

Sente dor na coluna vertebral () sim () não Onde? _____ Por quanto tempo? _____

Sente dor no membro inferior () sim () não Onde? _____ Por quanto tempo? _____

Já fez algum procedimento cirúrgico por lesão ortopédica ou musculoesquelética:

() sim () não Qual? _____

Realizou tratamento fisioterapêutico nos últimos 6 meses: () sim () não

Peso (kg) : _____ Altura: _____ Dominância de MMSS: __ Dominância de MMII: _____

Comprimento real de MMII: Direito : _____ Esquerdo: _____

Comprimento real de MMSS: Direito: _____ Esquerdo: _____ Envergadura: _____

ANEXO C – QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA

Código do voluntário:

Data da avaliação: _/_/_ Idade: Sexo: F () M ()

Você trabalha de forma remunerada: () Sim () Não

Quantas horas você trabalha por dia: _

Quantos anos completos você estudou: _

De forma geral sua saúde está: () Excelente () Muito boa () Boa

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes partes ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação a pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física em uma semana NORMAL, USUAL ou HABITUAL. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre-se que:

- atividades físicas VIGOROSAS são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal
- atividades físicas MODERADAS são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez:

1 a. Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades VIGOROSAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que faça você suar BASTANTE ou aumentem MUITO sua respiração ou batimentos do coração.

Dias ___ por semana () Nenhum

1b. Nos dias em que você faz essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanta tempo no total você gasta fazendo essas atividades por dia?
horas: Minutos:

2 a. Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades MODERADAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que faça você suar leve ou aumentem moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA)

Dias _____ Por semana () nenhum

2b. Nos dias em que você faz essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos quanta tempo no total você gasta fazendo essas atividades por dia?

Horas: ____ Minutos ____

3 a. Em quantos dias de uma semana normal você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

Dias ____ por semana () Nenhum

3b. Nos dias em que você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos quanta tempo no total você gasta caminhando por dia?

Horas: ____ Minutos : ____

4 a. Estas últimas perguntas são em relação ao tempo que você gasta sentado ao todo no trabalho, em casa, na escola ou faculdade e durante o tempo livre. Isto inclui o tempo que você gasta sentado no escritório ou estudando, fazendo lição de casa, visitando amigos, lendo e sentado ou deitado assistindo televisão. Quanto tempo por dia você fica sentado em um dia da semana?

Horas: ____ Minutos : ____

4b. Quanto tempo por dia você fica sentado no final de semana?

Horas: ____ Minutos : ____