

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO FÍSICA

Rafael Marques Ferrer

**ASSOCIAÇÃO DO DESEMPENHO FUNCIONAL DE MEMBROS
SUPERIORES COM A FORÇA DOS MÚSCULOS ROTADORES DO
OMBRO E A RESISTÊNCIA DOS MÚSCULOS DO TRONCO EM
ARREMESSADORES ADOLESCENTES**

Santa Maria, RS
2019

Rafael Marques Ferrer

**ASSOCIAÇÃO DO DESEMPENHO FUNCIONAL DE MEMBROS SUPERIORES
COM A FORÇA DOS MÚSCULOS ROTADORES DO OMBRO E A RESISTÊNCIA
DOS MÚSCULOS DO TRONCO EM ARREMESSADORES ADOLESCENTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Educação Física**.

Orientadora: Prof. Dra. Michele Forgiarini Saccol

Santa Maria, RS
2019

Ferrer, Rafael Marques

Associação do Desempenho Funcional de Membros Superiores com a Força dos Músculos Rotadores do Ombro e a Resistência dos Músculos do Tronco em Arremessadores Adolescentes / Rafael Marques Ferrer.- 2019.

99 p.; 30 cm

Orientadora: Michele Forgiarini Saccol

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Educação Física e desportos, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, RS, 2019

1. Manguito Rotador 2. Cadeia Cinética 3. Estabilidade/Mobilidade dos Membros Superiores 4. Arremesso 5. Esportes da Juventude I. Forgiarini Saccol, Michele II. Título.

Rafael Marques Ferrer

**ASSOCIAÇÃO DO DESEMPENHO FUNCIONAL DE MEMBROS SUPERIORES
COM A FORÇA DOS MÚSCULOS ROTADORES DO OMBRO E A RESISTÊNCIA
DOS MÚSCULOS DO TRONCO EM ARREMESSADORES ADOLESCENTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Educação Física**.

Aprovado em 30 de Outubro de 2019:

**Prof. Dra. Michele Forgiarini Saccol (UFSM)
(Presidente/Orientador)**

Prof. Dr. Carlos Bolli Mota (UFSM)

Prof. Dra. Gisele Garcia Zanca (FAM)

**Prof. Dra. Luciana de Michelis Mendonça (UFVJM)
(Suplente)**

Santa Maria, RS
2019

FINANCIAMENTO

O presente trabalho contou com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

RESUMO

ASSOCIAÇÃO DO DESEMPENHO FUNCIONAL DE MEMBROS SUPERIORES COM A FORÇA DOS MÚSCULOS ROTADORES DO OMBRO E A RESISTÊNCIA DOS MÚSCULOS DO TRONCO EM ARREMESSADORES ADOLESCENTES

AUTOR: Rafael Marques Ferrer
ORIENTADORA: Michele Forgiarini Saccol

O arremesso com o braço acima da cabeça é uma atividade dinâmica complexa que envolve todo corpo e requer alta velocidade e grande amplitude de movimento com alto grau de precisão. Esta tarefa exige uma cadeia cinética de transferência de força dos membros inferiores para o tronco e então para o membro superior, permitindo assim um desempenho ótimo de arremesso. Aparecer dessa interdependência dos segmentos para o desempenho do arremesso, a avaliação da função do tronco e dos membros superiores em atletas arremessadores carece de investigação, especialmente na população adolescente. O primeiro manuscrito dessa dissertação foi um estudo metodológico com o objetivo de avaliar a confiabilidade e validade de uma análise por vídeo dos testes de resistência dos músculos do tronco em arremessadores adolescentes. Participaram 59 atletas arremessadores, de ambos os sexos, com idade entre 15 e 18 anos. O tempo de resistência isométrica dos músculos extensores, flexores anteriores e flexores laterais direito e esquerdo do tronco foram avaliados pelo teste de McGill por vídeo de forma qualitativa (VISUAL) e quantitativa por análise cinemática bidimensional (MAIOR ISOMETRIA). Foram avaliadas a confiabilidade (coeficiente de correlação intraclasse), validade (correlação de Pearson e Spearman) e concordância (gráfico de Bland Altman) entre os critérios. A análise por vídeo utilizando o critério VISUAL ou MAIOR ISOMETRIA apresentou excelente confiabilidade e validade para identificar mudanças de posição durante os testes em atletas adolescentes. No entanto, essas medidas não apresentaram concordância de forma que os métodos não foram equivalentes. O segundo manuscrito comparou e relacionou a resistência do tronco e a força dos músculos rotadores do ombro com o desempenho funcional do membro superior em arremessadores adolescentes do sexo masculino e feminino. Cinquenta e quatro atletas foram avaliados para a resistência do tronco pelo teste de McGill (critérios VISUAL e MAIOR ISOMETRIA), força isométrica dos rotadores do ombro pela dinamometria manual e para o desempenho funcional do membro superior dominante pelos testes *Y Balance Test Upper Quarter* (YBTUQ) e do *Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test* (CKCUEST). Os meninos apresentaram maior resistência dos flexores laterais do tronco, força dos rotadores do ombro e potência no CKCUEST. Houve relação da resistência dos extensores, flexores laterais do tronco, da força isométrica dos rotadores do ombro com o desempenho funcional do membro superior dominante em arremessadores adolescentes, principalmente nos escores do CKCUEST normalizados pela estatura.

Palavras-Chave: Manguito Rotador. Cadeia Cinética. Estabilidade/Mobilidade dos Membros Superiores. Arremesso. Esportes da Juventude.

ABSTRACT

THE RELATIONSHIP BETWEEN UPPER LIMB FUNCTIONAL PERFORMANCE, SHOULDER ROTATION STRENGTH AND TRUNK MUSCLE ENDURANCE IN ADOLESCENTS THROWERS

AUTHOR: Rafael Marques Ferrer
ADVISOR: Michele Forgiarini Saccol

The overhead throwing motion is a complex dynamic activity involving the entire body and this task requires high velocity, high load and a large range of motion with a high degree of precision. This task requires a kinetic chain to transfer the force from lower limbs to the trunk and then to the upper limbs, thus allowing an optimum throwing performance. Considering the interdependence for throwing performance, the assessment of trunk and upper limb function in throwing athletes needs investigation, especially in the adolescent population. The first manuscript of this dissertation was a methodological study aimed at evaluating the reliability and validity of a video analysis of trunk muscle endurance tests in adolescents' throwers. Fifty-nine male and female athletes between 15 and 18 years old participated. The isometric endurance time of extensor, anterior flexors and right/left lateral flexors trunk muscles which were evaluated by McGill Test by qualitative criterion (VISUAL) and quantitative by bidimensional kinematics analysis (GREATER ISOMETRY). We used Intraclass Correlation Coefficient for reliability, Pearson and Spearman correlation for validity, and Bland Altman plot for agreement. Video analysis using VISUAL or GREATER ISOMETRY criteria to assess trunk endurance in adolescents has excellent reliability and validity in identifying position changes during testing in adolescent athletes. However, these measures do not agree, so the methods are not equivalent. The second paper was an observational study aimed at comparing between genders and analyzing the relationship of trunk endurance and shoulder rotation strength with upper limb functional performance in adolescent throwers. Trunk endurance was assessed by the McGill test (VISUAL and GREATER ISOMETRY), shoulder rotation isometric strength by a hand-held dynamometer, and dominant upper limb functional performance by Y Balance Test Upper Quarter (YBTUQ) and Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST) in 54 healthy handball and volleyball players, both gender. It was concluded that boys have higher trunk lateral flexor strength, shoulder rotation strength and power score by CKCUEST; and there is a relationship between extensor, lateral flexors trunk endurance, shoulder rotation isometric strength and dominant upper limb functional performance in adolescent throwers, mostly with height normalized CKCUEST scores.

Palavras-Chave: Rotator Cuff. Kinetic Chain. Upper Quarter Mobility/Stability. Throwing. Youth Sports.

LISTA DE FIGURAS

APRESENTAÇÃO

Figura 1 – Transferência de energia durante a cadeia cinética.....	15
Figura 2 – Posicionamento para avaliação da força muscular isométrica dos rotadores mediais e rotadores laterais do ombro.....	25
Figura 3 – Teste de resistência de McGill.....	26
Figura 4 – Demonstração do <i>Y Balance Test Upper Quarter</i> para avaliação do membro superior direito.....	29
Figura 5 – Demonstração do <i>Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test</i> para avaliação das meninas.....	30

MANUSCRITO 1

Figura 1 – Teste de resistência de McGill. (A) Teste de extensores de tronco (B) Teste de flexores anteriores do tronco; (C) Teste de flexores laterais do tronco (no exemplo, lateral direita).....	39
--	----

Figura 2 – Gráfico de Bland Altman comparando os tempos (s) de resistência dos músculos extensores (A - VISUAL x MAIOR ISOMETRIA) e dos músculos flexores anteriores (B - VISUAL x MAIOR ISOMETRIA) com limites de concordância, média das diferenças, intervalo de confiança e análise de regressão linear do viés.....	43
--	----

Figura 3 – Gráfico de Bland Altman comparando os tempos (s) de resistência dos músculos flexores laterais do lado direito (A - VISUAL x MAIOR ISOMETRIA) e dos músculos flexores laterais do lado esquerdo (B - VISUAL x MAIOR ISOMETRIA) com limites de concordância, média das diferenças, intervalo de confiança e análise de regressão linear do viés.....	44
--	----

MANUSCRITO 2

Figura 1 – Teste de resistência de McGill. (A) Teste de extensores de tronco (B) Teste de flexores anteriores do tronco; (C) Teste de flexores laterais do tronco (no exemplo, lateral direita).....	60
--	----

Figura 2 – Posicionamento para avaliação da força muscular isométrica dos rotadores mediais (A) e rotadores laterais do ombro (B).....	62
--	----

Figura 3 – Demonstração do <i>Y Balance Test Upper Quarter</i> para avaliação do membro superior direito: posição inicial (A), alcance medial (B), alcance súpero-lateral (C) e alcance ínfero-lateral (D).....	64
---	----

Figura 4 – Demonstração do <i>Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test</i> para avaliação das meninas: posição inicial (A), toques alternados entre os membros superiores (B e C).....	66
---	----

LISTAS DE TABELAS

MANUSCRITO 1

Tabela 1 – Tempo de resistência dos músculos do tronco analisados por vídeo de forma qualitativa (VISUAL) e quantitativa (MAIOR ISOMETRIA) em atletas arremessadores adolescentes. Dados apresentados em média (IC 95%)..... 41

Tabela 2 – Coeficiente de correlação intraclasse (CCI), erro padrão da medida (EPM) e mínima diferença detectável (MDD) dos testes de resistência do tronco analisados por vídeo de forma qualitativa (VISUAL) e quantitativa (MAIOR ISOMETRIA) em atletas arremessadores adolescentes. Dados apresentados em média..... 42

MANUSCRITO 2

Tabela 1 – Dados antropométricos e de atividade esportiva em atletas arremessadores. Dados apresentados em média (IC95%)..... 68

Tabela 2 – Tempo de resistência isométrica dos músculos do tronco em atletas arremessadores de acordo com o critério qualitativo (VISUAL) e quantitativo (MAIOR ISOMETRIA). Dados apresentados em média (IC95%) e valor do p..... 69

Tabela 3 – Força dos músculos rotadores laterais (RL) e mediais (RM) do ombro em atletas arremessadores. Dados apresentados em média (IC95%) e valor do p..... 70

Tabela 4 – Comparação do desempenho funcional do membro superior pelo *Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST)* e *Y Balance Test Upper Quarter (YBTUQ)* entre meninas e meninos arremessadores. Dados apresentados em média (IC95%) e valor do p..... 70

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCI	Coeficiente de Correlação Intraclasse
CEFD	Centro de Educação Física e Desportos
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CKCUEST	Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test
DASH	Disabilities of Arm, Shoulder and Hand
EPM	Erro Padrão da Medida
EST	Estatura
EXT	Extensores
FLEX.ANT	Flexores Anteriores
GAP	Gabinete de Apoio à Projetos
GIRD	Glenohumeral Internal Rotation Deficit
HHD	Hand-held Dynamometer
IC	Intervalo de Confiança
IL	Ífero-lateral
LABIOMECH	Laboratório de Biomecânica
LAT.DIR	Flexores laterais do lado direito
LAT.ESQ	Flexores laterais do lado esquerdo
M	Medial
MMD	Mínima Diferença Detectável
PPGEDF	Programa de Pós Graduação em Educação Física
RL	Rotação Lateral
RM	Rotação Medial
RS	Rio Grande do Sul
SL	Súpero-Lateral
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UT	Utah
USA	United States of America
VIF	Variance Inflation Factor
YBTUQ	Y Balance Test Upper Quarter

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 OMBRO DO ARREMESSADOR.....	13
2.2 CADEIA CINÉTICA DO ARREMESSO.....	14
2.3 A RESISTÊNCIA DOS MÚSCULOS DO TRONCO E A FUNÇÃO DO OMBRO NO ARREMESSO.....	17
3 OBJETIVOS	20
3.1. OBJETIVO GERAL.....	20
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
3.3 JUSTIFICATIVA.....	21
4 MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1 TIPO DE ESTUDO.....	22
4.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	22
4.3 QUESTÕES ÉTICAS.....	22
4.4 INSTRUMENTOS E TÉCNICAS PARA COLETA DOS DADOS.....	23
4.4.1 Avaliação Funcional do Ombro	24
4.4.2 Força dos rotadores do ombro e resistência dos músculos do tronco	24
4.4.3 Desempenho funcional de membro superior	28
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	31
5 RESULTADOS	32
5.1 MANUSCRITO 1.....	33
4.2 MANUSCRITO 2.....	54
6. CONCLUSÃO	84
REFERÊNCIAS	85
ANEXO 1- APROVAÇÃO NO GABINETE DE PROJETOS	87
ANEXO 2- PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA	89
APÊNDICE 1 – TERMO DE ASSENTIMENTO	92
APÊNDICE 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	95
APÊNDICE 3 - FICHA DE AVALIAÇÃO	98

1 APRESENTAÇÃO

O arremesso com o braço acima da cabeça é uma atividade dinâmica complexa que envolve todo corpo e exige alta velocidade, alta carga e grande amplitude de movimento com alto grau de precisão (KIBLER; WILKES; SCIASCIA, 2013). Esta tarefa requer o envolvimento de cadeias cinéticas coordenadas para desenvolver, transferir e regular a força que o corpo precisa para suportar as demandas próprias do arremesso e permitir um desempenho ótimo (KIBLER et al., 2013). Falhas ao longo da cadeia cinética do arremesso podem ocorrer por alterações no controle neuromuscular (CHU et al., 2016) e da força muscular do ombro (SACCOL et al., 2014), podendo resultar na perda de função (TAYLOR et al., 2016), desempenho e lesão (ZAREMSKI; WASSER; VINCENT, 2017).

A maioria das queixas musculoesqueléticas no ombro de atletas arremessadores está relacionada a mecanismos atraumáticos gerados pelos movimentos repetitivos (MLYNAREK; LEE; BEDI, 2017). No entanto, arremessadores adolescentes demonstram menores níveis de força muscular no ombro (OLIVEIRA et al., 2017) e baixos níveis de força nos músculos lombopélvicos, quadris e pernas (BURKHART; MORGAN; KIBLER, 2003; GILMER; GASCON; OLIVER, 2018). Esses fatores podem influenciar a ocorrência de lesões crônicas (GUNEY et al., 2016; ASTOLFI et al., 2015), pois alterações na força e resistência muscular podem contribuir para uma transferência ineficiente de energia da cadeia cinética (KIBLER; PRESS; SCIASCIA, 2006) e um menor desempenho durante o arremesso.

Estimar o nível de função física ou a capacidade de realizar tarefas dinâmicas em atletas adolescentes é essencial na tomada de decisão dos profissionais que atuam com esportes (TAYLOR et al., 2016). A avaliação dos atletas jovens arremessadores deve envolver tanto a resistência dos músculos lombopélvicos como movimentos de membros superiores que respeitem as especificidades do gesto esportivo (OKADA; HUXEL; NESSER, 2011). Testes que avaliem essas funções e que sejam de baixo custo, fácil e rápida aplicação tem sido utilizados (MOYA-RAMÓN et al., 2018; GOLDBECK & DAVIES, 2000; GORMAN et al., 2012).

Em relação aos testes funcionais do ombro, o *Y Balance Test Upper Quarter* (YBTUQ) e o *Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test* (CKCUEST) parecem medir diferentes construtos de desempenho funcional. O CKCUEST tem sido reportado principalmente para avaliação da estabilidade e potência do membro superior, mas sua maior limitação é a incapacidade de avaliar as assimetrias entre os membros (NEGRETE et al.,

2011). Já o YBTUQ incorpora a combinação de estabilidade lombopélvica e escapular devido à natureza unilateral do teste (GORMAN et al., 2012), sendo sugerido para medir força, estabilidade e mobilidade, apresentando correlação positiva com a resistência muscular do tronco, mas sem relação com a flexibilidade e força do ombro (WESTRICK et al. 2012).

Para avaliar a resistência muscular do tronco, Stuart McGill e colaboradores desenvolveram quatro testes clínicos onde visualmente o avaliador mensura o tempo de manutenção isométrica da posição de forma a interromper o teste quando percebe mudança da posição inicial (MCGILL; CHILDS; LIEBENSON, 1999). Apesar da principal forma de avaliação ser a análise visual, o uso de vídeo poderia oferecer informações mais fidedignas das mudanças da posição do teste, especialmente na população adolescente, visto que a dor lombar durante o teste dos extensores e flexores anteriores (DURALL; GREENE; KERNOZEK, 2012; ABDELRAOUF E ABDEL-AZIEM, 2016; BAUER et al. 2017), dor no ombro durante o teste dos flexores laterais (COOLS et al., 2014; POGETTI et al., 2018) e a fadiga muscular (DEJANOVIC et al., 2014; BAUER et al. 2017; MOYA-RAMÓN et al., 2018; ARAMPATZIS et al., 2019) modificam a postura durante o teste de resistência isométrica em adolescentes (TSE; MCMANUS; MASTERS, 2010; DURALL et al., 2012; OYARZO et al., 2014; ABDELRAOUF E ABDEL-AZIEM, 2016; BAUER et al. 2017).

Mesmo considerando a importância de toda a cadeia cinética na realização do arremesso, algumas questões ainda não foram esclarecidas na literatura: (1) não foram encontrados estudos que tenham investigado a relação da força dos músculos do ombro e da resistência muscular do tronco com o desempenho funcional de membro superior em arremessadores adolescentes; (2) desconhecemos estudos que tenham avaliado a confiabilidade e validade dos testes de resistência muscular do tronco para a população de adolescentes; (3) e não temos conhecimento de algum estudo que tenha utilizado uma análise quantitativa da mudança de posição do tronco durante os testes de McGill.

Sendo assim, a construção desta dissertação teve como objetivo responder estas questões, primeiro apresentando um breve referencial teórico sobre essa temática, os objetivos da pesquisa e as hipóteses que foram destacadas, a metodologia utilizada, para após introduzir dois artigos científicos que serão submetidos ao periódico internacional *Physical Therapy in Sports*. No primeiro manuscrito, o objetivo foi avaliar a confiabilidade e validade de uma análise por vídeo dos testes de resistência dos músculos do tronco em arremessadores adolescentes, de forma qualitativa (pela observação visual) e quantitativa (pela quantificação da distância do tronco ao solo). No segundo manuscrito, o objetivo foi comparar atletas adolescentes do sexo feminino e masculino e analisar a relação da resistência dos músculos do

tronco e da força dos músculos rotadores do ombro com o desempenho funcional em arremessadores adolescentes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 OMBRO DO ARREMESSADOR

Uma das principais características do arremesso superior é o uso do braço acima do nível da cabeça, ou seja, com elevação do ombro acima de 90° de amplitude. A literatura tem citado que, em algumas modalidades esportivas que exigem a elevação do braço acima do ombro, os padrões de mobilidade estão alterados (BURKHART; MORGAN; KIBLER, 2003; KIBLER et al., 2013; WILK et al., 2016; KELLER et al., 2018), podendo ser observadas alterações no tecido ósseo (na cabeça do úmero e fossa glenóide), nos tecidos moles (cápsula articular e manguito rotador), no posicionamento escapular, bem como no complexo do quadril (WILK, 2016).

Essas adaptações musculoesqueléticas ocorrem no complexo articular do ombro como resultado da demanda física aumentada durante o arremesso, seja pelo início precoce no esporte, pelo uso frequente ou pelo alto volume de arremessos (BORSA; LAUDNER; SAUERS, 2008). O movimento do arremesso superior de forma repetitiva em atletas com tecido musculoesquelético imaturo gera inicialmente adaptações ósseas, e com a maturidade esquelética já atingida, o torque e as forças aplicadas sobre o ombro levam a um aumento da rotação lateral e diminuição da rotação medial glenoumeral (KELLER et al., 2018). Esta alteração é denominada como GIRD (*Glenohumeral Internal Rotation Deficit*) definida como uma diminuição da rotação medial do ombro dominante em 18° ou mais comparada ao lado não dominante, além de um arco total menor que 180° (MANSKE et al., 2013).

Em diferentes esportes de arremesso superior, onde o atleta usa o braço acima do nível da cabeça, o gesto pode ser didaticamente dividido em fases: preparação, aceleração e desaceleração. Na fase de preparação, o ombro arremessador realizará extensão, rotação lateral e abdução, progredindo para flexão e rotação medial na aceleração e desaceleração (ESCAMILLA; ANDREWS, 2009). Dentro do contexto de rendimento esportivo, a hipermobilidade rotacional pode ser vantajosa, permitindo maior ação excêntrica durante a preparação do arremesso que resultará em um gesto com maior velocidade. Esse antagonismo é o que configura o paradoxo do arremessador, pois o ombro deve ser móvel o suficiente para

garantir melhor desempenho, mas ao mesmo tempo deve ser estável para evitar episódios de subluxação e luxação da articulação do ombro (WILK; ARRIGO 1993). Para tal, o movimento de arremesso é dependente da sincronicidade entre a articulação glenoumeral e o complexo escapulotorácico que devem agir simultaneamente para controlar um padrão de movimento que requer alta potência.

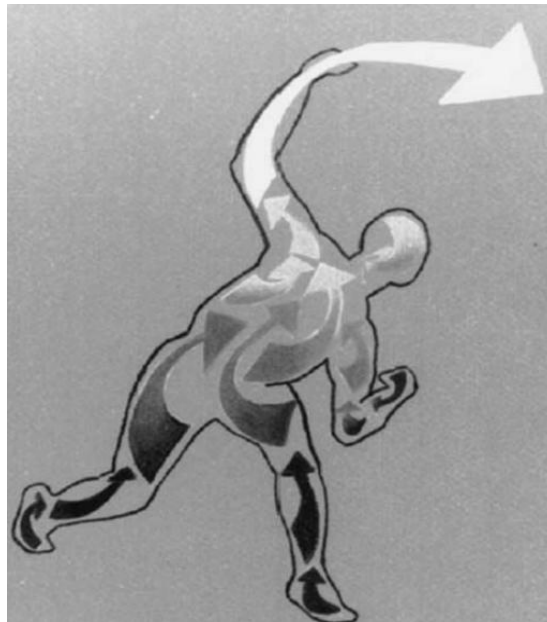
As forças geradas durante os movimentos rotacionais do ombro aumentam a demanda dos estabilizadores do complexo glenoumeral, através de co-contrações do manguito rotador que geram maior compressão da cabeça umeral em relação à fossa glenoidal, bem como maior tensão capsuloligamentar. Além disso, a estabilidade dinâmica também é dependente do posicionamento escapular e de um adequado controle neuromuscular que são necessários para criar um efeito sinérgico entre a articulação glenoumeral e o complexo escapulotorácico (WILK et al., 2011).

2.2 CADEIA CINÉTICA DO ARREMESSO

A função do ombro durante o arremesso requer a contribuição de todos os segmentos corporais para gerar as forças necessárias a propelir a bola ou implemento, e minimizar as cargas sobre as articulações, transferindo as energias desde segmentos mais proximais até os mais distais. Esta coordenada sequência entre os segmentos é denominada de cadeia cinética (BURKHART; MORGAN; KIBLER, 2003).

Segundo Kibler e colaboradores (2013), uma efetiva cadeia cinética é caracterizada por 3 componentes: anatomia otimizada de todos os segmentos; uma fisiologia otimizada garantindo flexibilidade, força e controle muscular, e mecânica otimizada com a geração sequencial de força apropriadamente distribuída através de movimentos que resultam na função atlética desejada (Figura 1).

Figura 1: Transferência de energia através da cadeia cinética



Fonte: adaptado de KIBLER, 1998

Além disso, a cadeia cinética tem várias funções: usar programas integrados de ativação muscular para temporariamente conectar múltiplos segmentos corporais em um único segmento funcional; fornecer uma base proximal estável para um segmento distal com maior mobilidade; maximizar o desenvolvimento de força em músculos lombopélvicos e transferi-la para a mão; produzir momentos interativos nas articulações distais que irão desenvolver mais força e energia do que a própria articulação poderia desenvolver e, assim, diminuir a magnitude das cargas aplicadas sobre ela; e produzir torques que diminuem as forças de desaceleração. Dessa forma, cada parte do corpo tem uma função específica na produção do arremesso, ou seja, os pés são o ponto de contato com o solo e maximizam a força de reação do solo para a estabilidade proximal, as pernas e a região lombopélvica são a massa para a base estável e o motor para a maior quantidade de geração de força, o ombro é o elo para transmissão de força e gerar estabilidade durante o movimento rápido do braço, e o complexo braço/antebraço/mão é o mecanismo responsável por produzir o arremesso da bola ou equipamento (por exemplo, uma raquete) com força e velocidade (KIBLER, WILKES e SCIASCIA, 2013). Sendo assim, através da ação dos músculos lombopélvicos e das pernas há a produção de 51% a 55% da energia cinética que é transferida até a mão (KIBLER, 1996).

Para que não haja interrupção da cadeia cinética, alguns movimentos são requeridos para que haja uma mecânica normal. Durante a fase de preparação do arremesso, a perna de

apoio deverá realizar uma extensão do joelho, bem como abdução, extensão e rotação interna do quadril; a pelve rodada e a coluna lombar em hiperextensão; e a escápula em retração, rotação lateral e inclinação posterior. Já durante a fase de aceleração, o tronco realizará uma flexão anterior, enquanto a escápula está protraída e finaliza seu movimento produzindo uma inclinação anterior (CHU et al. 2016).

Como ilustrado na figura 1, a escápula tem um papel fundamental na transferência de energia pela cadeia cinética durante o movimento de arremesso. Kibler descreveu 5 ações importantes da escápula: fornecer estabilidade para a articulação glenoumeral; realizar retração e protração ao longo da parede torácica; permitir a elevação do acrômio para diminuir o impacto e a compressão do arco coracoacromial; servir como base para fixação muscular; e fazer a conexão dos segmentos proximais a porção mais distal da cadeia cinética (KIBLER, 1998).

Escamilla e Andrews produziram uma revisão que focava na atividade eletromiográfica dos músculos do ombro em diferentes esportes de arremesso (Futebol Americano, Softbol, Voleibol, Tênis, Beisebol e Golfe). Estes autores reportaram alta atividade dos músculos do manguito rotador durante a fase de preparação e desaceleração, além dos músculos escapulares, com destaque para o serrátil anterior, trapézio inferior e médio, rombóides e elevador da escápula. Portanto, a musculatura escapulotorácica é essencial para a mobilidade e posicionamento funcional do ombro durante o arremesso (ESCAMILLA; ANDREWS, 2009).

Alterações no posicionamento escapular podem afetar a produção de torque do manguito rotador e, assim, ser responsável pela sua fraqueza. A contração do peitoral menor e do serrátil anterior deprime e inclina anteriormente a escápula, enquanto que a contração do trapézio inferior deprime e inclina posteriormente. Atletas arremessadores geralmente apresentam aumento da rotação superior, rotação interna e retração da escápula, permitindo melhor desempenho durante o arremesso (ECKENRODE; KELLEY; KELLY, 2012).

Roach e colaboradores (2013) propõem que a rotação medial em torno do eixo longitudinal do úmero é a maior contribuição para a velocidade do arremesso, sendo que os músculos rotadores mediais do ombro podem contribuir, no máximo, com metade da potência durante o movimento. Portanto, é essencial que a energia seja armazenada durante a fase de preparação onde o ombro deve estar em rotação lateral, extensão horizontal e abdução próxima de 90°, e com flexão do cotovelo de 90°, gerando altos torques pela rápida rotação do tronco e pela ativação do músculo peitoral maior.

Além disso, três características morfológicas apresentam um papel fundamental no armazenamento e liberação da energia elástica durante o arremesso. Primeiro, a capacidade de dissociar as cinturas pélvica e escapular, possibilitando maior rotação do tronco, gerando grandes torques pela maior amplitude de movimento rotacional; segundo a retroversão umeral, com um ângulo de 10 a 20° entre a orientação da cabeça umeral com o eixo do cotovelo, permitindo maior amplitude de rotação lateral do ombro durante a fase de preparação do arremesso; e finalmente, uma orientação mais lateralizada da cavidade glenóide, que possibilita orientar o eixo das fibras claviculares do músculo peitoral maior com o eixo longitudinal do úmero, aumentando o momento de inércia do braço quando o úmero abduzido fica alinhado com o eixo de rotação do tronco (ROACH et al., 2013).

2.3 A RESISTÊNCIA DOS MÚSCULOS DO TRONCO E A FUNÇÃO DO OMBRO NO ARREMESSO

A resistência dos músculos do tronco tem importante contribuição no movimento humano, pois permite a produção de ações eficientes dos membros e esqueleto axial para a geração, transferência e controle das forças ou energia durante atividades integradas pela cadeia cinética. Para tal, força muscular, flexibilidade, resistência, coordenação, equilíbrio e movimento eficiente são componentes necessários para alcançar um movimento funcional, que está integrado ao rendimento e as habilidades relacionadas ao esporte (OKADA; HUXEL; NESSER, 2011).

Vários músculos lombopélvicos são responsáveis pela resistência muscular do tronco, dentre esses os multífidos que fornecem estabilização segmentar, permitindo que músculos multiarticulares trabalhem mais eficientemente o controle dos movimentos da coluna vertebral. Já os músculos abdominais por meio do transversos do abdômen aumentam a pressão intra-abdominal e a tensão na fáscia toracolombar, colaborando na estabilização da coluna lombar; enquanto que o reto abdominal e os oblíquos são ativados, gerando suporte postural antes do início do movimento dos membros. Por fim, a contração simultânea do diafragma, dos músculos do assoalho pélvico e dos abdominais é necessária para aumentar a pressão intra-abdominal e diminuir a carga nos músculos da coluna, aumentando a resistência muscular do tronco (KIBLER; PRESS; SCIASCIA, 2006).

A musculatura lombopélvica inclui também os músculos do tronco e da pelve que são responsáveis pela manutenção da estabilidade proximal para que haja mobilidade distal e

função dos membros em atividades como a corrida, chute e arremesso. A fásia toracolombar é uma estrutura importante que conecta os membros inferiores através do glúteo máximo e os membros superiores através do músculo grande dorsal. Isto permite que os músculos lombopélvicos sejam parte integrante nas atividades de cadeia cinética, tais como o arremesso. Além disso, a fásia toracolombar também tem fixações aos músculos oblíquos internos e músculo transverso do abdome, promovendo apoio tridimensional a coluna lombar e adicionando estabilidade lombopélvica (KIBLER; PRESS; SCIASCIA, 2006).

Segundo Manchado e colaboradores, a eficiência do arremesso depende da acurácia e velocidade do gesto que são determinados pela técnica, coordenação e máxima força explosiva dos músculos da extremidade superior e inferior. Portanto, um dos fatores que influencia a velocidade da cadeia cinética durante o arremesso é a participação da musculatura envolvida. De acordo com os autores, um programa progressivo de fortalecimento e treinamento da região lombopélvica além de aumentar a estabilidade e cinética do movimento, parece estar relacionado ao aumento da velocidade do arremesso em atletas de handebol (MANCHADO et al., 2017). Da mesma forma, Laudner e colaboradores analisaram a relação entre o controle lombopélvico e a cinética do arremesso. Para os autores, a diminuição do controle lombopélvico tem importante papel na alta prevalência de lesões no ombro e cotovelo entre arremessadores, sendo importante avaliá-lo durante a pré-temporada, bem como durante programas de prevenção e reabilitação para estes atletas (LAUDNER; WONG; MEISTER, 2019).

Os músculos lombopélvicos podem contribuir em torno de 55% da energia cinética e da força para o movimento do arremesso. Uma diminuição de 20% da energia cinética entregue a partir dos músculos lombopélvicos em direção ao braço requer um aumento de 80% na massa ou de 34% na velocidade rotacional do ombro para entregar a mesma magnitude de força resultante para a mão arremessar a bola (KIBLER et al., 1996).

Em um estudo transversal, Pogetti e colaboradores compararam a estabilidade lombopélvica e o pico de torque isocinético da rotação medial e lateral do ombro em atletas arremessadores com e sem dor no ombro. De acordo com os achados desta análise, os autores sugerem que atletas arremessadores com dor no ombro têm diminuição na resistência dos músculos flexores laterais do tronco e piora na função do ombro comparada a atletas assintomáticos. Entretanto, a dor no ombro não parece influenciar o pico de torque isocinético dos músculos rotadores do ombro (POGETTI et al., 2018).

Um importante flexor lateral do tronco é o grande dorsal, e a conexão miofascial entre os músculos do quadril e os flexores laterais do tronco aumenta a ativação do serrátil anterior

(KAUR et al., 2014). Portanto, uma diminuição na ação dos músculos do tronco pode afetar a ativação do serrátil anterior, resultando em diminuição da rotação superior e inclinação posterior da escápula que podem contribuir para o surgimento de dor e lesão no ombro (POGETTI et al., 2018).

Krause e colaboradores analisaram o torque isométrico dos rotadores laterais e atividade eletromiográfica dos músculos do tronco e ombro nas posições em pé, decúbito lateral e prancha lateral. A posição de prancha lateral apresentou maior atividade eletromiográfica dos músculos infraespinhoso, trapézio médio e oblíquos abdominais do lado não dominante comparados as outras duas posições analisadas (KRAUSE et al., 2018). Portanto, a ativação dos músculos do ombro e do tronco são dependentes da posição corporal (YAMAUCHI et al., 2015).

Há evidências da colaboração dos músculos do tronco para a ativação dos músculos escapulares e do ombro, de forma que a resistência muscular do tronco é essencial para o desempenho funcional do membro superior. Além disso, exercícios que ativam a cadeia cinética podem produzir um movimento de arremesso mais efetivo, ao ativar a musculatura lombopélvica, do quadril e escapular (CHAUDARI et al., 2014). Portanto, quando há ativação dos músculos lombopélvicos, do quadril e da escápula há um aumento do controle e estabilidade em toda cadeia cinética, inclusive da estabilidade dinâmica do ombro, com ênfase tanto na musculatura ipsilateral quanto contralateral ao membro superior de arremesso (OLIVER et al., 2018).

Na literatura, os principais testes funcionais para avaliação da estabilidade dinâmica do ombro são o CKCUEST e o YBTUQ, pois são realizados em cadeia cinética fechada, sendo mais específicos para as demandas de esportes de arremesso (TAYLOR et al., 2016). Enquanto o primeiro tem sido reportado como um instrumento validado e confiável para avaliação da estabilidade e potência do membro superior, sua maior limitação é a incapacidade de avaliar as assimetrias entre os membros, embora apresente correlação com a distância do arremesso (NEGRETE et al., 2011). Já o YBTUQ incorpora a combinação de estabilidade lombopélvica e escapular devido a natureza unilateral do teste (GORMAN et al., 2012), sendo sugerido para medir força, estabilidade e mobilidade e apresenta correlação positiva com a resistência dos músculos do tronco, mas sem relação com a flexibilidade e força do ombro (WESTRICK et al. 2012).

Dessa forma, ambos os testes requerem estabilização devido à posição de flexão de braços. Entretanto, durante o YBTUQ o membro em contato com o solo permanece em apoio durante o teste, sendo sempre mantida a cadeia cinética fechada com uma carga externa fixa.

Já no CKCUEST, as mãos devem se alternar entre atingir a mão oposta e o apoio no solo, e seu desempenho pode ser considerada uma combinação entre cadeia cinética aberta e fechada (WESTRICK et al., 2012). Em geral, ambos os testes mostraram significativas diferenças entre as faixas etárias e sexo, sendo recomenda a combinação desses na avaliação do desempenho funcional de atletas (BORMS; COOLS, 2018).

3 OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Analisar a associação entre o desempenho funcional do membro superior dominante, a força isométrica dos rotadores de ombro e a resistência dos músculos do tronco em atletas arremessadores adolescentes.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Validar uma análise por vídeo da resistência dos músculos do tronco em arremessadores adolescentes;

- Comparar o desempenho funcional do ombro, a força isométrica dos rotadores de ombro e a resistência dos músculos do tronco entre atletas arremessadores do sexo feminino e masculino;

- Avaliar a relação do desempenho funcional do membro superior dominante com a força dos rotadores do ombro e a resistência dos músculos do tronco;

3.3 JUSTIFICATIVA

Apesar dos atletas na faixa etária de 15 a 18 anos já competirem com as mesmas exigências físicas e técnicas de atletas adultos, adolescentes apresentam menores níveis de força muscular e variabilidade na maturação biológica, acarretando alterações no desempenho funcional. Testes para avaliação do desempenho funcional do membro superior em esportes ainda são poucos e recentes na literatura, sendo que os dois testes principais - CKCUEST e YBTUQ - apresentam boa confiabilidade e aplicabilidade. Porém, por apresentarem diferenças nas execuções e objetivos, é recomendada a combinação deles na avaliação de atletas arremessadores.

Considerando que para um arremesso efetivo é primordial a participação de toda a cadeia cinética do movimento, testes de desempenho funcional devem ser capazes de analisar a contribuição dos diferentes segmentos que estão envolvidas na execução deste gesto. Apesar desse tipo de análise já ter sido realizado em testes de membros inferiores, poucos estudos buscaram verificar a relação do desempenho funcional do membro superior com a força dos músculos rotadores do ombro e com a estabilidade dos músculos do tronco.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 TIPO DE ESTUDO

O presente estudo é do tipo observacional, quantitativo e apresenta caráter descritivo correlacional de corte transversal.

4.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população analisada neste estudo foi composta por atletas arremessadores de equipes de voleibol e handebol do Rio Grande do Sul. A amostra foi constituída por 54 atletas com idade entre 15 e 18 anos, de ambos os sexos. O cálculo amostral *a priori* foi feito para uma análise correlacional, com um tamanho de efeito de 30%, um poder observado de 80% e com nível de significância de 5%. O cálculo foi baseado no estudo de Borms e Cools (2018) com objetivos e metodologia semelhantes, que indicou uma amostra de 23 atletas para representar cada sexo.

Foram incluídos na amostra indivíduos que participavam do esporte há pelo menos 1 ano, com frequência mínima de treino de 3 horas por semana e atuavam em nível competitivo (COOLS et al., 2016). Foram excluídos os atletas com presença de disfunção do ombro que poderia interferir no desempenho funcional durante os testes (ZANCA et al., 2013), história de trauma (luxação ou subluxação) ou cirurgia no ombro, cintura escapular, coluna vertebral e/ou membros inferiores, bem como ter reportado doença sistêmica, dor ou lesão no ombro nos últimos seis meses que retiraram o atleta da participação do esporte.

A amostragem foi por conveniência, escolhida de forma voluntária e intencional. Os sujeitos foram convidados a participar do estudo através de comunicação verbal e, atendendo aos critérios de inclusão e compareceram em data e horário pré-estabelecidos.

4.3 QUESTÕES ÉTICAS

O presente projeto foi devidamente registrado no Gabinete de Projetos (GAP) do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) (ANEXO 1) e no Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da UFSM (ANEXO 2).

A população alvo deste estudo foi convidada pelos pesquisadores nos clubes. Os participantes receberam esclarecimentos de todas as dúvidas quanto os objetivos e a metodologia do mesmo, a fim de julgar sua participação de forma totalmente voluntária. Após aceito o convite para participar deste estudo, os voluntários assinaram um Termo de Assentimento (Apêndice 1) e os pais ou responsáveis um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 2), conforme a resolução 466/12 individual, e somente então se deu o início da coleta.

O risco da coleta foi mínimo para os participantes, pois os testes de desempenho funcional do membro superior e força muscular de ombro e tronco aconteceram em um período muito breve, não trazendo sobrecarga ao participante superior ao que ele já é submetido em treinamentos regulares.

Os resultados obtidos serão divulgados as participantes, e também serão enviados para posterior publicação em forma de dois artigos científicos na revista internacional *Physical Therapy in Sports*. Após a análise e interpretação, os dados recolhidos serão armazenados pelos pesquisadores no laboratório de biomecânica do Centro de Educação Física e Desportos (CEFD) e/ou em bancos de dados de um computador de uso pessoal sob a responsabilidade da professora Michele Forgiarini Saccol por um período de cinco anos, e então serão incinerados ou deletados.

4.4 INSTRUMENTOS E TÉCNICAS PARA COLETA DOS DADOS

Inicialmente, os atletas foram entrevistados para coletar informações pessoais como nome, idade, tempo de treinamento, dominância, bem como avaliado o histórico de lesões prévias ou presença de disfunção do ombro que poderiam interferir no desempenho funcional durante os testes. Os dados antropométricos (massa corporal e estatura) foram obtidos pelo banco de dados das equipes, e para a medida do comprimento do membro superior foi utilizada uma fita métrica de 1,5 m e resolução de 1 cm para calcular a distância do processo espinhoso da sétima vértebra cervical até o ponto mais distal do dedo médio com o ombro em abdução de 90°, cotovelo estendido e palma da mão voltada para frente (GOLDBECK; DAVIES, 2000; GORMAN et al., 2012). O lado dominante foi considerado o ombro preferencial para o arremesso durante a prática esportiva.

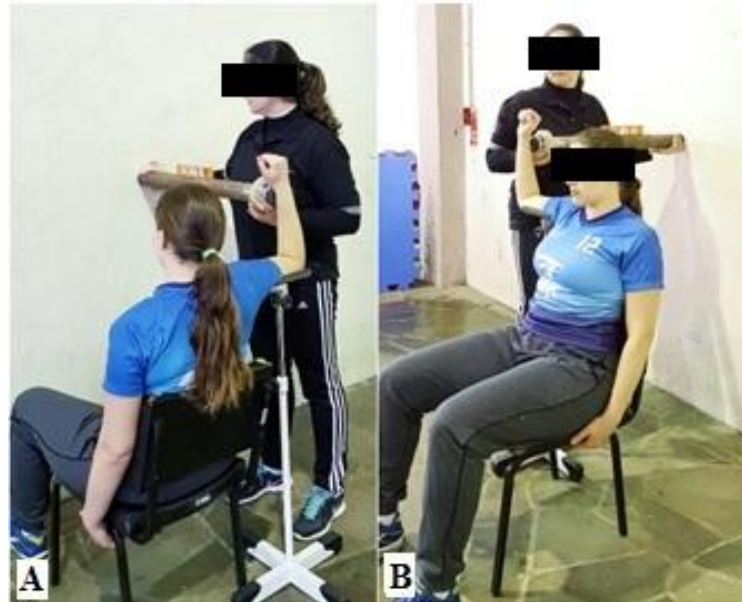
4.4.1 Avaliação funcional do ombro

A presença ou não de sintomas como bloqueio, instabilidade/subluxação/falseio, estalidos e fraqueza do ombro foi questionada ao atleta, e a positividade nos testes clínicos de recolocação, Neer, Jobe e Hawkins avaliada. A positividade em pelo menos dois desses testes e a presença de queixas foi considerada como disfunção do ombro (ZANCA et al., 2013).

4.4.2 Força dos rotadores do ombro e resistência dos músculos do tronco

A fim de realizar a avaliação da força dos músculos do manguito rotador, foi utilizado um dinamômetro portátil (Microfet 2, Indústrias Hoogan Saúde, West Jordan, UT, USA). Na avaliação dos músculos rotadores, o atleta estava com o braço apoiado em uma base mantendo o ombro em abdução de 90°, cotovelo flexionado a 90° e antebraço pronado. Nesta posição, o dinamômetro se encontrava apoiado na parede por meio de um cilindro com um nível magnético acoplado a ele, mantendo assim o equipamento na posição adequada do teste (Figura 2). O atleta foi instruído a realizar uma força isométrica contra o dinamômetro posicionado a 3 cm proximal ao processo estiloide do rádio. Todos os participantes realizaram um teste para familiarização com o procedimento e três coletas válidas de 5 segundos cada, com intervalo de repouso de 1 minuto entre cada tentativa. Para validar as repetições, estas deveriam ter entre si, no máximo, 15% de variabilidade, sendo descartadas as tentativas com diferenças superiores. A média das três repetições válidas foi normalizada pela massa corporal do atleta e multiplicada por 100 (kgf/kg), tanto para o teste de força de rotadores laterais (RL) quanto para os rotadores mediais (RM).

Figura 2: Posicionamento para avaliação da força muscular isométrica dos rotadores mediais (A) e rotadores laterais do ombro (B)



Fonte: Material produzido pelos autores do estudo

A resistência dos músculos do tronco foi avaliada pelo teste de McGill (DEJANOVIC; CAMBRIDGE; MCGILL, 2014). Para o teste da musculatura extensora do tronco, os atletas permaneceram em decúbito ventral sobre uma caixa acolchoada com 50 cm de altura, estando as espinhas íliacas ântero-superiores sobre a borda da caixa e as mãos apoiadas no solo. Os membros inferiores foram estabilizados a caixa por cintas, assegurando que o participante não realizasse nenhum movimento (Figura 3A). O tempo começou a ser cronometrado a partir do momento em que o atleta removia as mãos do solo, cruzando as mesmas no tórax, e assumia a posição de manutenção horizontal do tronco com a face voltada para o solo.

Para o teste da musculatura dos flexores anteriores do tronco, o atleta permanecia sentado e apoiado em uma cunha de madeira angulada a 50°, com as mãos cruzadas sobre o tórax e com os joelhos flexionados a 90° e pés estabilizados no solo (Figura 3B). O tempo foi cronometrado a partir do momento que a cunha foi removida 10 cm para trás.

Para o teste dos músculos flexores laterais do lado direito do tronco, os atletas posicionaram-se em decúbito lateral sobre um colchonete, com as pernas estendidas e o pé esquerdo a frente do pé direito para o apoio, e o braço direito permanecendo perpendicular ao solo com o cotovelo repousando no colchonete, enquanto a mão esquerda apoiava no ombro

direito (Figura 3C). Uma posição similar foi realizada para o teste da musculatura lateral esquerda. Ao elevar a pelve do colchonete, o tempo era cronometrado.

Figura 3: Teste de resistência de McGill. (A) Teste de extensores de tronco (B) Teste de flexores anteriores do tronco (C) Teste de flexores laterais do tronco (no exemplo, lateral direita)



Fonte: Material produzido pelos autores do estudo

A fim de registrar o tempo de resistência para cada teste foi realizada uma filmagem com uma câmera digital (SONY Cybershot DSC H300) com 20,4 megapixels e frequência de 50 Hz, posicionada a uma distância de 5m em relação aos atletas, orientadas perpendicularmente ao plano sagital e sobre um tripé com a lente a 55 cm do solo. Foram permitidas duas tentativas para cada teste, sendo considerada para análise a tentativa com maior duração. Além disso, os atletas não haviam realizado nenhum tipo de treinamento no dia da avaliação.

Para determinar o instante final do teste foram feitas duas análises: uma qualitativa pela observação visual da posição do tronco; e outra pela análise cinemática bidimensional pela quantificação da distância do tronco ou espinha íliaca ântero-superior em relação ao solo.

Para a análise por vídeo qualitativa (VISUAL) o teste dos extensores do tronco foi encerrado quando o atleta não era capaz de manter a posição do tronco, começando a se curvar, movendo sua cabeça e tronco para cima ou para baixo. Já o teste dos flexores anteriores do tronco foi interrompido quando o tronco tocou a cunha ou o atleta realizou flexão da coluna cervicotorácica. No teste dos flexores laterais do tronco a interrupção ocorreu quando houve flexão lateral do tronco ou quando o quadril e/ou joelho tocaram o colchonete. Para todos os testes, o tempo máximo de execução foi de 400 segundos (DEJANOVIC; CAMBRIDGE; MCGILL, 2014).

A fim de realizar a análise cinemática bidimensional, foram utilizadas notas adesivas de 38 mm X 50 mm (*Post It 3M*[®]) como marcadores localizados no terço médio da linha axilar lateral do tronco para avaliação dos músculos extensores e flexores anteriores e nas espinhas íliacas ântero-superiores para avaliação dos músculos flexores laterais do tronco. Para determinar o instante final do teste, foi calculada a distância do centro do marcador até o solo por meio do software Kinovea (versão 0.8.15), sendo a análise do tempo de resistência realizada de forma quantitativa (MAIOR ISOMETRIA), havendo a interrupção no segundo instante quando houve diminuição da distância por mais de 2 segundos a partir da posição que teve maior duração no teste (maior tempo de isometria). Além disso, quando o atleta atingiu 400 segundos o teste foi interrompido pelo avaliador (DEJANOVIC; CAMBRIDGE; MCGILL, 2014).

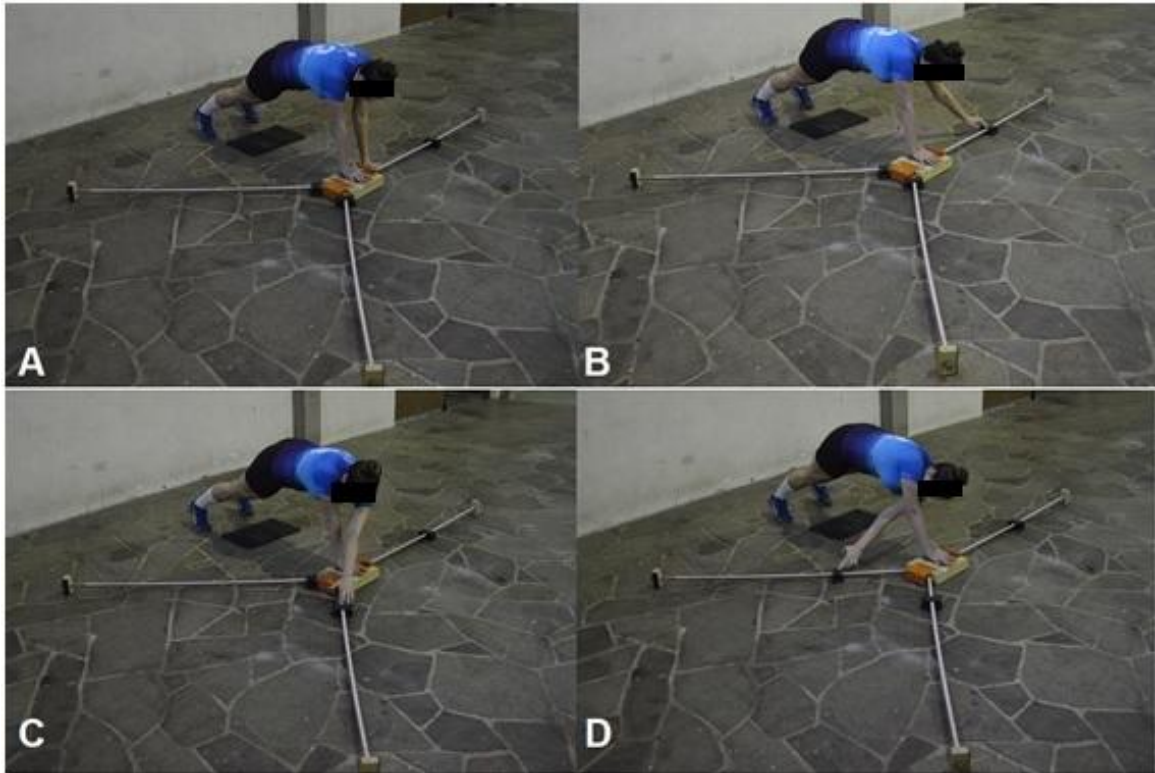
Para avaliar a confiabilidade intra-avaliador foi utilizada uma amostra de 10 atletas de handebol (5 meninas, $15,8 \pm 0,84$ anos, $61,6 \pm 5,64$ kg e $1,68 \pm 0,07$ m e 5 meninos $16,2 \pm 0,84$ anos, $67,0 \pm 4,85$ kg, $1,80 \pm 0,04$ m). As avaliações foram realizadas com intervalo de 5 dias, sendo realizada a análise de acordo com os dois critérios supracitados: qualitativo (VISUAL) e quantitativo (MAIOR ISOMETRIA).

4.4.3 Desempenho funcional de membro superior

O desempenho funcional de membro superior foi avaliado pelos testes: YBTUQ e CKCUEST. Para a realização do YBTUQ uma plataforma de apoio foi anexada a 3 tubos posicionados em formato de Y dispostos de forma que as direções ínfero-lateral e súpero-lateral formem um ângulo de 90° entre si e de 135° com a direção medial. Para realizar o teste, os atletas adotaram a posição de flexão de braços com a mão sobre a plataforma de apoio, mantendo o polegar paralelo à uma fita branca sobre a plataforma. Após uma demonstração do teste, os atletas foram instruídos a empurrar uma pequena caixa sobre os tubos a maior distância possível com o dedo médio da mão na seguinte ordem: medial (M), ínfero-lateral (IL) e súpero-lateral (SL), em relação à mão dominante em apoio (Figura 4). Logo que executaram a tentativa em uma direção, retornaram à posição inicial antes de mover a mão na direção seguinte.

Os sujeitos realizaram duas tentativas de familiarização, com um intervalo de descanso de 1 minuto antes de iniciar a avaliação. Foram necessárias três tentativas para cada direção, com intervalo de 30 segundos entre cada uma, sendo registrada a distância obtida em centímetros. A tentativa foi interrompida e não validada se o sujeito não manteve a postura estável ou usou a mão suspensa para o apoio, não manteve contato da mão com a caixa, se o participante não deslizou a caixa com a ponta dos dedos ou elevasse um dos pés. A média de três testes válidos para cada direção foi usada para análise e a soma das 3 direções alcançadas utilizada para o cálculo do escore total de excursão. Para a comparação entre os atletas, a normalização das medidas foi realizada em cada uma das direções (dividindo a média pelo comprimento do membro superior e multiplicando por 100) e pelo escore composto, dividindo o escore total de excursão por 3 vezes o comprimento do membro superior e multiplicando por 100 (GORMAN et al., 2012).

Figura 4: Demonstração do *Y Balance Test Upper Quarter* para avaliação do membro superior direito: posição inicial (A), alcance medial (B), alcance súpero-lateral (C) e alcance ínfero-lateral (D).



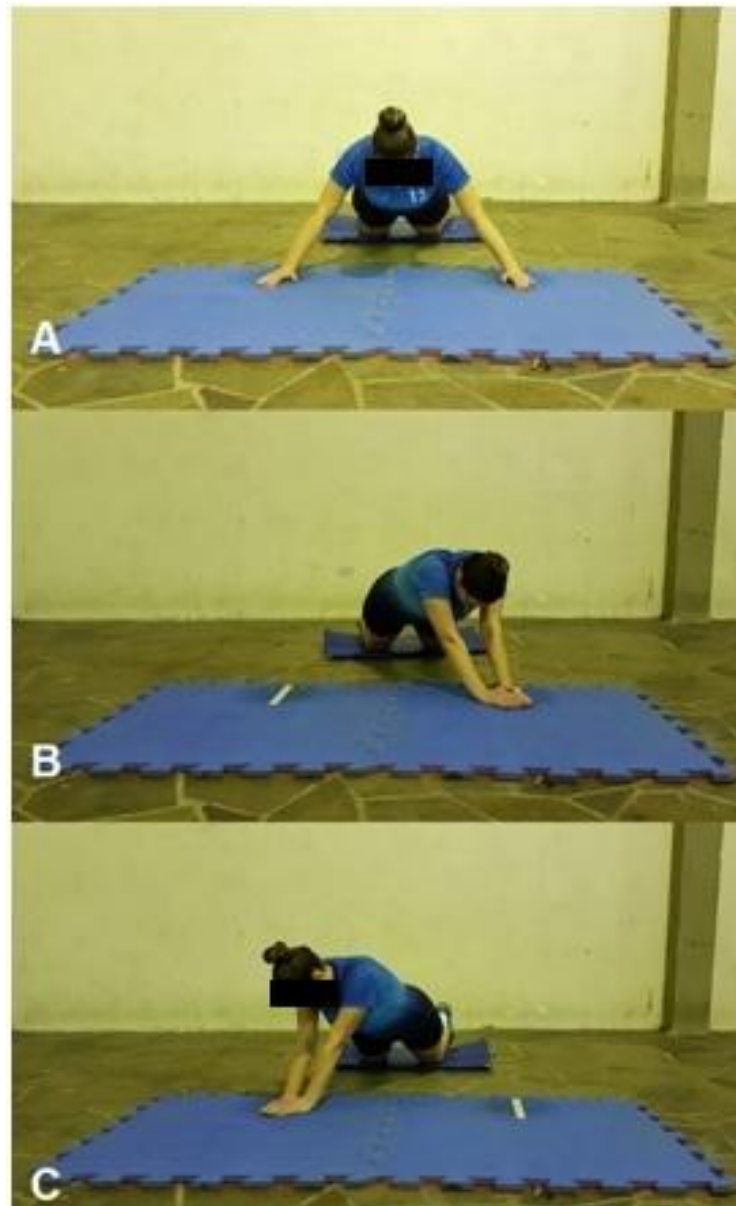
Fonte: material produzido pelos autores

Para a aplicação do CKCUEST foi utilizado o protocolo baseado no estudo de Goldbeck e Davies (2000). O teste foi realizado na posição de apoio (homens) ou apoio modificado (de joelhos) para as mulheres, de forma que os atletas mantivessem a coluna ereta e a descarga do peso do membro superior permanecesse perpendicular ao solo e sobre as mãos, que estavam afastadas em local demarcado por duas fitas correspondendo a 91,4 cm de distância. O teste iniciou com o atleta com as duas mãos em apoio sobre as marcações, então uma mão foi elevada (mão em balanço no ar) e tocava a outra mão que estava em apoio (ou tocava a fita) e retornava a posição inicial (Figura 5). Na sequência, o movimento foi alternado para o outro membro, de forma que o atleta realizou durante 15 segundos a maior quantidade de toques alternados que conseguiu. Foi realizada uma familiarização do movimento e após três testes válidos, com um intervalo de repouso de 45 segundos entre as repetições.

A tentativa era invalidada se não fosse possível manter a posição de tronco paralelo ao solo ou o membro superior em apoio perpendicular ao solo, se o atleta tocasse os joelhos no

chão, ou afastasse os pés além da largura dos ombros. Quando o atleta não conseguiu tocar na mão oposta (ou na fita), o teste não foi interrompido, mas o toque não foi contabilizado. O escore do teste foi feito pela média dos toques válidos nas três tentativas, a média de toques normalizada pela estatura (EST) e o escore de potência, multiplicando a média por 68% da massa corporal dos meninos e dividido por 15s. Para as meninas, a média foi multiplicada por 24% devido a modificação na posição inicial (TUCCI et al., 2017).

Figura 5: Demonstração do *Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test* para avaliação das meninas: posição inicial (A), toques alternados entre os membros superiores (B e C).



Fonte: material produzido pelos próprios autores

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística foram analisados: os tempos de resistência dos extensores, flexores anteriores, flexores laterais (direito e esquerdo) do tronco, o pico de força normalizado pela massa corporal dos músculos rotadores laterais e mediais do ombro, as distâncias normalizadas pelo comprimento do membro superior dominante para a direção medial, ínfero-lateral e súpero-lateral, além do escore composto no YBTUQ; e a média do número de toques, média normalizada pela estatura e escore de potência no CKCUEST.

Para análise da confiabilidade relativa foi utilizado o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e valores de CCI < 0,4 foram considerados pobres, entre 0,4 e 0,75 considerados satisfatórios e acima de 0,75 como excelentes (FLEISS, 1986).

A confiabilidade absoluta foi analisada pelo erro padrão de medida (EPM), calculado como $EPM = dp \cdot \sqrt{(1 - CCI)}$, onde o desvio padrão é relativo à média de todos os avaliados; e a mínima mudança detectável (MMD) com 95% de confiança calculada como $MMD = EPM \cdot \sqrt{2} \cdot 1,96$ (FURLAN; STERR, 2018).

As correlações entre os três critérios de análise do tempo de resistência foram realizadas pelo coeficiente de Pearson quando a distribuição dos dados foi normal e através do coeficiente *rho* Spearman quando a distribuição não foi normal. Os resultados foram interpretados da seguinte forma: valores de *r* menores que 0,3 indicam uma fraca correlação, entre 0,3 a 0,7 uma moderada correlação e maior que 0,7 uma forte correlação (SANI; TODMAN, 2006).

O gráfico de Bland Altman foi gerado para avaliar a concordância dos dois critérios quantitativos (ISOMETRIA 10s e MAIOR ISOMETRIA) em relação a análise qualitativa (VISUAL). Para tal, foi plotado um gráfico de dispersão entre a média dos tempos de resistência em relação a diferença entre os tempos (viés). Foram calculados os limites de concordância (viés médio \pm 1,96 dp), bem como a equação e coeficiente de regressão linear para analisar o comportamento do viés de acordo com a magnitude da média entre as medidas (BLAND; ALTMAN, 1999).

A normalidade das variáveis dependentes foi verificada pelo teste Smirnov-Kolgomorov. Inicialmente foi realizado o teste de Levene para verificar a homogeneidade das variâncias, a fim de interpretar o teste t para amostras independentes na comparação das médias das variáveis dependentes entre os grupos de meninos e meninas. Em seguida, foi feita uma análise correlacional pelo coeficiente de Pearson para os dados com distribuição normal

e pelo coeficiente *rho* Spearman para os dados com distribuição não normal dos tempos de resistência isométrica do tronco, e força dos músculos rotadores do ombro com os escores relacionados aos testes de desempenho funcional (CKCUEST e YBTUQ), a fim de determinar as variáveis com relação linear capazes de compor um modelo de regressão linear múltipla. Para essa análise, foi utilizado um modelo de eliminação passo atrás (*backwards stepwise*), que gradualmente excluiu as interações sem significância ou sem efeito. Somente foram interpretados os resultados que cumpriram com os seguintes pré-requisitos: ausência de multicolinearidade (*Tolerance* > 0,1 e *VIF* < 10); resíduos independentes (Durbin Watson entre 1,5 a 2,5) e normalmente distribuídos; ausência de *outliers* entre os resíduos (valores entre -3 e +3) e homocedasticidade. Todas as análises estatísticas foram conduzidas pelos softwares Microsoft Excel e SPSS versão 20, sendo o nível de significância de 5% adotado para todos os testes.

5 RESULTADOS

Os resultados do presente estudo serão apresentados na forma de dois manuscritos como pesquisa original. O primeiro consiste em um estudo metodológico e o segundo um estudo observacional. Os dois manuscritos foram redigidos a partir das normas e diretrizes da revista *Physical Therapy in Sports*, porém serão apresentados nessa dissertação escritos na língua portuguesa.

5.1 MANUSCRITO 1:

**CONFIABILIDADE E VALIDADE DA ANÁLISE POR VÍDEO EM TESTES
DE RESISTÊNCIA DOS MÚSCULOS DO TRONCO EM ARREMESSADORES
ADOLESCENTES**

Rafael Marques Ferrer^{a*} e Michele Forgiarini Saccol^a

^a Programa de Pós Graduação em Educação Física, PPGEDF, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil

Prédio 51, Avenida Roraima, nº1000, Bairro Camobi, Santa Maria, RS, Brasil

* Endereço do autor: ferrerk3@yahoo.com.br

RESUMO

Objetivo: Avaliar a confiabilidade e validade de uma análise por vídeo dos testes de resistência dos músculos do tronco em arremessadores adolescentes. *Desenho:* Estudo metodológico. *Participantes:* 59 atletas arremessadores, de ambos os sexos, com idade entre 15 e 18 anos. *Principais medidas do desfecho:* O tempo de resistência isométrica dos músculos extensores, flexores anteriores e flexores laterais direito e esquerdo do tronco foram avaliados por vídeo de forma qualitativa (VISUAL) e de forma quantitativa por análise cinemática bidimensional (MAIOR ISOMETRIA). Foram utilizados o coeficiente de correlação intraclassa para a confiabilidade, a correlação de Pearson e Spearman para a validade e o gráfico de Bland Altman para a concordância. *Resultados:* Todos os testes apresentaram excelente confiabilidade ($CCI > 0,75$), as correlações entre os critérios foram de moderada (r entre 0,3 e 0,7) a excelente ($r > 0,7$), e os vieses entre as medidas foram significativos com amplos limites de concordância. *Conclusão:* A análise por vídeo utilizando os critérios VISUAL ou MAIOR ISOMETRIA para avaliar a resistência do tronco em adolescentes apresenta excelente confiabilidade e validade para identificar mudanças de

posição durante os testes em atletas adolescentes. No entanto, essas medidas não apresentam concordância, de forma que os métodos não são equivalentes.

Palavras-chaves: Adolescentes, Arremessadores, Resistência Muscular do Tronco, Cinemática.

INTRODUÇÃO

O arremesso com o braço acima da cabeça é uma atividade dinâmica complexa que envolve todo corpo e exige alta demanda do membro superior em velocidade, grande amplitude de movimento e precisão (Kibler, Wilkes, & Sciascia, 2013). Esta tarefa requer o envolvimento de cadeias cinéticas coordenadas para desenvolver, transferir e regular a força que o corpo precisa para suportar as demandas próprias do arremesso e permitir um desempenho ótimo (Kibler et al., 2013).

Um dos fatores que influencia a velocidade da cadeia cinética durante o arremesso é a participação da musculatura do tronco responsável pela manutenção da estabilidade proximal para que haja mobilidade distal (Manchado, García-Ruiz, Cortell-Tormo, Tortosa, & Martinez 2017). Dentre os músculos do tronco, destaca-se a ação dos multifidos na estabilização segmentar, do transverso do abdome para aumento da pressão intra-abdominal e tensão na fáscia toracolombar, a ação conjunta do diafragma, músculos do assoalho pélvico e abdominais para diminuir a carga nos músculos da coluna vertebral, bem como do glúteo máximo e grande dorsal que possibilitam a transferência de energia desde os membros inferiores até o braço de arremesso (Kibler, Press, & Sciascia, 2006). Uma diminuição de 20% da energia cinética desses músculos lombopélvicos requer um aumento de 80% na massa ou de 34% na velocidade rotacional do ombro para a mesma magnitude de força do arremesso (Kibler, 1996).

Há relatos que atletas arremessadores com dor no ombro têm diminuição na resistência dos músculos flexores laterais do tronco e piora na função do ombro comparada a atletas assintomáticos (Pogetti, Nakagawa, Conteçote, & Camargo, 2018). Sendo assim, a diminuição do controle do tronco parece ter um papel nas lesões do ombro em arremessadores, sendo importante avaliá-lo durante a pré-temporada, bem como durante programas de prevenção e reabilitação (Laudner, Wong, & Meister, 2019).

Em 1999, Stuart McGill e colaboradores preocupados em avaliar padrões de recrutamento muscular e sua relação com a estabilidade da coluna vertebral desenvolveram quatro testes clínicos para avaliação do controle do tronco durante testes de resistência isométrica. Nesses testes, visualmente o avaliador mensura o tempo de manutenção isométrica da posição de forma a interromper o teste quando percebe mudança da posição inicial (McGill, Childs, & Liebenson, 1999) ou quando percebe qualquer desvio da posição inicial após uma segunda falha para manter a posição (Dejanovic, Cambridge, & McGill, 2014).

Para atletas adultos, a confiabilidade desse protocolo em diferentes modalidades foi considerada excelente (Chan, 2005; Evans, Refshauge, & Adams, 2007), porém os desempenhos são diferentes entre os testes e dependentes do sexo do atleta (Evans et al., 2007). Em atletas adolescentes existem valores normativos da resistência do tronco na faixa etária entre 15 e 18 anos (Dejanovic et al., 2014), no entanto a confiabilidade dessa medida para esta população ainda não foi investigada.

Apesar da análise visual em tempo real da resistência dos músculos do tronco ser um teste de campo de fácil aplicação e baixo custo (Moya-Ramón, Juan-Recio, Lopez-Plaza, & Vera-Garcia, 2018), o uso de filmagens em vídeo poderia oferecer informações mais fidedignas das mudanças da posição do teste, especialmente na população adolescente, visto que há relatos de dor lombar durante o teste dos extensores e flexores anteriores (Durall, Greene, & Kernozek, 2012; Abdelraouf e Abdel-aziem, 2016; Bauer et al. 2017), de dor no

ombro durante o teste dos flexores laterais (Cools, Struyf, De Mey, & Maenhout 2014; Pogetti et al., 2018) e fadiga muscular (Dejanovic et al., 2014; Bauer et al. 2017; Moya-Ramón et al., 2018; Arampatzis, Frank, Laube, & Mersmann 2019) que são fatores associados a modificação da postura durante o teste de resistência isométrica em adolescentes (Tse, McManus, & Masters, 2010; Durall et al., 2012; Oyarzo, Villagrán, Silvestre, Carpintero, & Berral 2014; Abdelraouf e Abdel-aziem, 2016; Bauer et al. 2017). Portanto, o presente estudo tem como objetivo investigar a validade e confiabilidade da análise por vídeo de forma qualitativa e quantitativa na avaliação do tempo de resistência isométrica dos músculos do tronco em atletas arremessadores adolescentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este é um estudo metodológico do tipo transversal para avaliação da confiabilidade e validade de uma análise por vídeo do tempo de resistência dos músculos do tronco. Para tal, foram seguidas as instruções do *Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies* (Kottner et al., 2011).

O estudo foi realizado nos locais de treino das equipes, de acordo com a Declaração de Helsinki e foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UFSM com o nº 81118417.6.0000.5346. Todos os atletas assinaram um termo de assentimento, bem como seus pais e/ou responsáveis assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

A amostra por conveniência foi constituída por 59 atletas saudáveis (32 meninas e 27 meninos) de esportes de arremesso (handebol e voleibol) que treinavam há pelo menos 1 ano, no mínimo 3 horas por semana e atuavam em nível competitivo (Tabela 1). Foram excluídos da amostra atletas com história de trauma (luxação ou subluxação) ou cirurgia no ombro, cintura escapular e/ou coluna vertebral. O cálculo amostral *a priori* foi feito com um tamanho

de efeito de 30%, um poder observado de 80% e com nível de significância de 5%, que indicou um tamanho amostral de 23 atletas para cada sexo.

Os atletas não haviam realizado nenhum tipo de treinamento no dia da avaliação e a ordem dos testes foi aleatorizada para cada sujeito. As avaliações de resistência dos músculos do tronco segundo o teste de McGill (Dejanovic et al., 2014) foram realizadas por um único avaliador (R.M.F.), fisioterapeuta esportivo com 18 anos de experiência.

A fim de registrar o tempo de resistência para cada teste foi realizada uma filmagem com uma câmera digital (SONY Cybershot DSC H300, 20,4 megapixels e frequência de 50 Hz), posicionada a uma distância perpendicular de 5m em relação aos atletas, orientadas perpendicularmente ao plano sagital e sobre um tripé com a lente a 55 cm do solo. Foram permitidas duas tentativas para cada teste, sendo considerada para análise a tentativa com maior duração. Foram aplicadas notas adesivas de 38 mm X 50 mm (*Post It 3M[®]*) nos atletas como marcadores do terço médio da linha axilar lateral do tronco para avaliação dos músculos extensores e flexores anteriores e das espinhas ilíacas ântero-superiores para avaliação dos músculos flexores laterais do tronco.

Para a filmagem do teste da musculatura extensora do tronco, os atletas permaneceram em decúbito ventral sobre uma caixa acolchoado com altura de 50 cm, estando as espinhas ilíacas ântero-superiores sobre a borda da caixa e as mãos apoiadas no solo. Os membros inferiores foram fixados com cintas, assegurando que o participante não realizasse nenhum movimento (Figura 1A). O tempo começou a ser cronometrado a partir do momento em que o atleta assumiu a posição horizontal, removendo as mãos do solo e cruzando as mesmas no tórax com a face voltada para baixo.

Para a filmagem do teste da musculatura dos flexores anteriores do tronco, o atleta permanecia sentado e apoiado em uma cunha de madeira angulada a 50°, com as mãos

cruzadas sobre o tórax e com os joelhos flexionados a 90° e pés fixados no solo (Figura 1B). O tempo foi cronometrado a partir do momento que a cunha foi removida 10 cm para trás.

Para a filmagem do teste dos músculos flexores laterais do lado direito do tronco, os atletas posicionaram-se em decúbito lateral direito sobre um colchonete, pernas estendidas e o pé esquerdo a frente do pé direito para o apoio. O braço direito permanecia perpendicular ao solo com o cotovelo repousando no colchonete, enquanto a mão esquerda estava apoiada no ombro direito (Figura 1C). Uma posição similar foi feita para o teste da musculatura lateral esquerda. Ao elevar a pelve do colchonete, a contagem do tempo era iniciada.

Para determinar o instante final do teste foram feitas duas análises: uma qualitativa pela observação visual da posição do tronco; e uma através de análise cinemática bidimensional pela quantificação da distância dos marcadores no tronco ou espinha íliaca ântero-superior em relação ao solo. Ao término de cada teste, foi questionado se o atleta havia interrompido a tentativa devido à fadiga ou dor, bem como determinada a localização da mesma. Para todos os testes, o tempo máximo de execução foi de 400 segundos (Dejanovic et al., 2014).

Para a análise por vídeo qualitativa (VISUAL) o teste dos extensores do tronco foi encerrado quando o atleta não era capaz de manter a posição do tronco, começando a se curvar, movendo sua cabeça e tronco para cima ou para baixo. Já o teste dos flexores anteriores do tronco foi interrompido quando o tronco tocou a cunha ou o atleta realizou flexão da coluna cervicotorácica. No teste dos flexores laterais do tronco a interrupção ocorreu quando houve flexão lateral do tronco ou quando o quadril e/ou joelho tocaram o colchonete. Para determinar o instante final do teste da análise quantitativa (MAIOR ISOMETRIA), foi calculada a distância do centro dos marcadores até o solo por meio do software Kinovea (versão 0.8.15), havendo a interrupção no segundo instante quando houve

diminuição da distância por mais de 2 segundos a partir da posição que teve maior duração no teste (maior tempo de isometria).



Figura 1: Teste de resistência de McGill. (A) Teste de extensores de tronco (B) Teste de flexores anteriores do tronco; (C) Teste de flexores laterais do tronco (no exemplo, lateral direita).

Para avaliar a confiabilidade entre sessões foi utilizada uma amostra de 10 atletas (5 meninas, $15,8 \pm 0,84$ anos, $61,6 \pm 5,64$ kg e $1,68 \pm 0,07$ m e 5 meninos $16,2 \pm 0,84$ anos, $67,0 \pm 4,85$ kg, $1,80 \pm 0,04$ m). As avaliações foram realizadas com intervalo de 5 dias, sendo realizada a análise de acordo com os dois critérios supracitados: VISUAL e MAIOR ISOMETRIA. Para análise da confiabilidade relativa foi utilizado o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e valores de CCI $< 0,4$ foram considerados pobres, entre $0,4$ e $0,75$ considerados satisfatórios e acima de $0,75$ como excelentes (Fleiss, 1986).

A confiabilidade absoluta foi analisada pelo erro padrão de medida (EPM), calculado como $EPM = \text{desvio padrão} * \sqrt{(1-CCI)}$, onde o desvio padrão é relativo a média de todos os avaliados; e a mínima mudança detectável (MMD) com 95% de confiança calculada como $MMD = EPM * \sqrt{2} * 1.96$ (Furlan e Sterr, 2018).

As correlações entre os dois critérios de análise do tempo de resistência foram realizadas pelo coeficiente de Pearson quando a distribuição dos dados foi normal e através do coeficiente Spearman quando a distribuição não foi normal. Os resultados foram interpretados da seguinte forma: valores de r menores que $0,3$ indicam uma fraca correlação, entre $0,3$ a $0,7$ uma moderada correlação e maior que $0,7$ uma forte correlação (Sani e Todman, 2008).

O gráfico de Bland Altman foi gerado para avaliar a concordância do critério quantitativo (MAIOR ISOMETRIA) em relação ao critério qualitativo (VISUAL). Para tal, foi plotado um gráfico de dispersão entre a média dos tempos de resistência em relação a diferença entre os tempos (viés). Foram calculados os limites de concordância (viés médio $\pm 1,96$ dp), bem como a equação e coeficiente de regressão linear para analisar o comportamento do viés de acordo com a magnitude da média entre as medidas (Bland e Altman, 1999).

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste Smirnov-Kolmogorov, sendo que os dados antropométricos apresentaram distribuição não normal. Todas as análises estatísticas

foram conduzidas por meio dos softwares Microsoft Excel e SPSS versão 20, sendo o nível de significância de 5% adotado para todos os testes.

RESULTADOS

A média de idade dos 59 atletas foi de 16,23 anos (IC95% 15,98 a 16,49), estatura de 1,72 metros (IC95% 1,69 a 1,74) e massa corporal de 68,66 quilos (IC95% 65,26 a 72,07). Durante o teste dos extensores houve relato de dor na região lombar/quadril em 33 atletas (55,9%), no teste dos flexores anteriores 34 atletas (57,6%) referiram dor na região toracolombar e quadris; e houve queixa de dor no ombro e cintura escapular em 30 atletas (50,8%) durante o teste dos flexores laterais do lado direito, e em 29 atletas (49,1%) durante o teste dos flexores laterais do lado esquerdo. Na tabela 1 estão apresentados os tempos de resistência durante a execução dos testes de acordo com os três critérios analisados.

Tabela 1: Tempo de resistência dos músculos do tronco analisados por vídeo de forma qualitativa (critério clínico VISUAL) e quantitativa (MAIOR ISOMETRIA) em atletas arremessadores adolescentes. Dados apresentados em média (intervalo de confiança 95%).

	VISUAL	MAIOR ISOMETRIA
EXT (s)	98,15 (89,84 a 106,46)	101,93 (88,48 a 115,37)
FLEX.ANT (s)	75,54 (65,49 a 85,58)	80,59 (67,85 a 93,33)
LAT.DIR (s)	56,05 (50,64 a 61,45)	44,96 (39,89 a 50,03)
LAT.ESQ (s)	52,37 (47,46 a 57,28)	44,37 (39,51 a 49,23)

EXT = músculos extensores do tronco

FLEX.ANT = músculos flexores anteriores do tronco

LAT;DIR = músculos flexores laterais do lado direito do tronco

LAT.ESQ = músculos flexores laterais do lado esquerdo do tronco

Para os dois critérios, os valores de CCI apresentaram excelente confiabilidade intra-avaliador (Tabela 2). Além disso, ao correlacionar os critérios encontramos associação moderada para o teste dos extensores ($r = 0,40$; IC95% 0,15 a 0,60; $p = 0,002$) e flexores anteriores ($r = 0,62$; IC95% 0,43 a 0,76; $p < 0,001$), e alta para os flexores laterais direito ($r = 0,71$; IC95% 0,55 a 0,82; $p < 0,001$) e esquerdo ($r = 0,72$; IC95% 0,57 a 0,82; $p < 0,001$).

Tabela 2: Coeficiente de correlação intraclasse (CCI), erro padrão da medida (EPM) e mínima diferença detectável (MDD) dos testes de resistência do tronco analisados por vídeo de forma qualitativa (critério clínico VISUAL) e quantitativa (MAIOR ISOMETRIA) em atletas arremessadores adolescentes. Dados apresentados em média.

		VISUAL	MAIOR ISOMETRIA
CCI	EXT	0,82	0,78
	FLEX ANT	0,87	0,82
	LAT DIR	0,83	0,84
	LAT ESQ	0,77	0,93
EPM	EXT	15,63	22,78
	FLEX ANT	12,39	15,68
	LAT DIR	8,64	7,86
	LAT ESQ	9,79	4,60
MDD	EXT	43,32	63,13
	FLEX ANT	34,35	43,45
	LAT DIR	23,96	21,78
	LAT ESQ	27,14	12,74

EXT = músculos extensores do tronco

FLEX.ANT = músculos flexores anteriores do tronco

LAT;DIR = músculos flexores laterais do lado direito do tronco

LAT.ESQ = músculos flexores laterais do lado esquerdo do tronco

As análises de concordância entre os métodos estão apresentadas na Figura 2 e 3. Em todos os testes, a média das diferenças entre a análise VISUAL e pela MAIOR ISOMETRIA demonstrou vieses significativos.

Para o teste dos extensores, quando utilizado o critério MAIOR ISOMETRIA, o viés apresenta menor variabilidade e tende a diminuir ($y = 0,66x + 62,49$; $R^2 = 0,23$) à medida que a média aumenta (FIGURA 2A). Já para o teste dos flexores anteriores, há maior concordância quando a média entre as medidas for menor que 90s, sendo que para médias maiores o critério MAIOR ISOMETRIA (FIGURA 2B) o viés apresenta baixa variabilidade e o aumento da média subestima a diferença ($y = -0,29 + 17,63$; $R^2 = 0,08$).

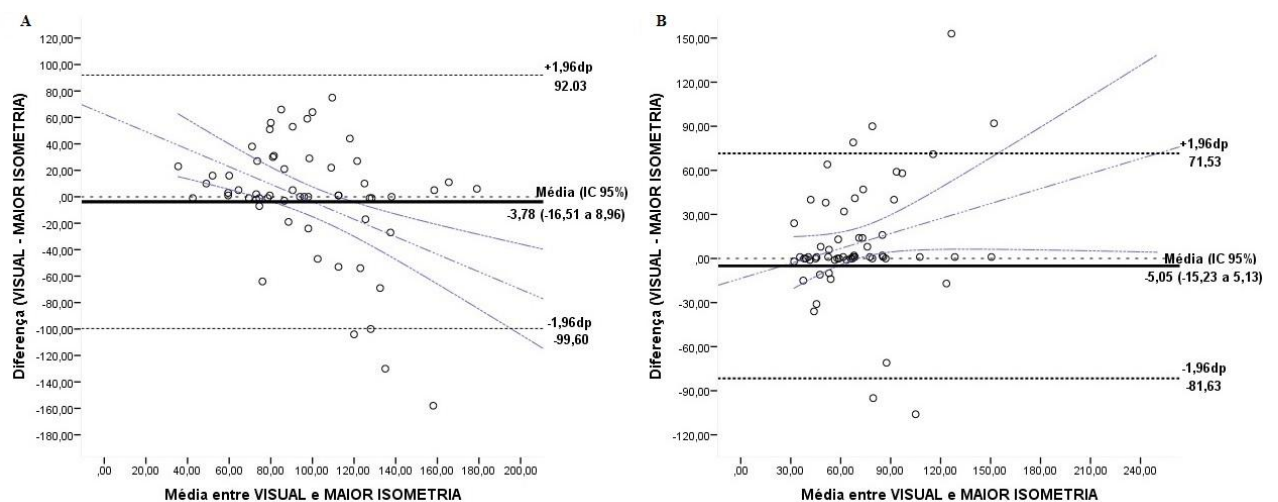


Figura 2: Gráfico de Bland Altman comparando os tempos (s) de resistência dos músculos extensores (A) e dos músculos flexores anteriores (B) com limites de concordância, média das diferenças, intervalo de confiança e análise de regressão linear do viés.

Ao analisarmos os gráficos do teste para os flexores laterais, observamos uma distribuição espacial dos pontos mais homogênea, não indicando uma relação entre as diferenças e as médias das medidas. Dessa forma, pode ser considerado um viés sistemático na análise dos flexores laterais direito (FIGURA 3A) quando comparamos VISUAL x

MAIOR ISOMETRIA ($y = 0,08x + 7,06$; $R^2 = 0,01$), bem como na análise dos flexores laterais esquerdos (FIGURAS 3B) quando comparamos VISUAL x MAIOR ISOMETRIA ($y = 0,01x + 7,42$; $R^2 = 0,0002$).

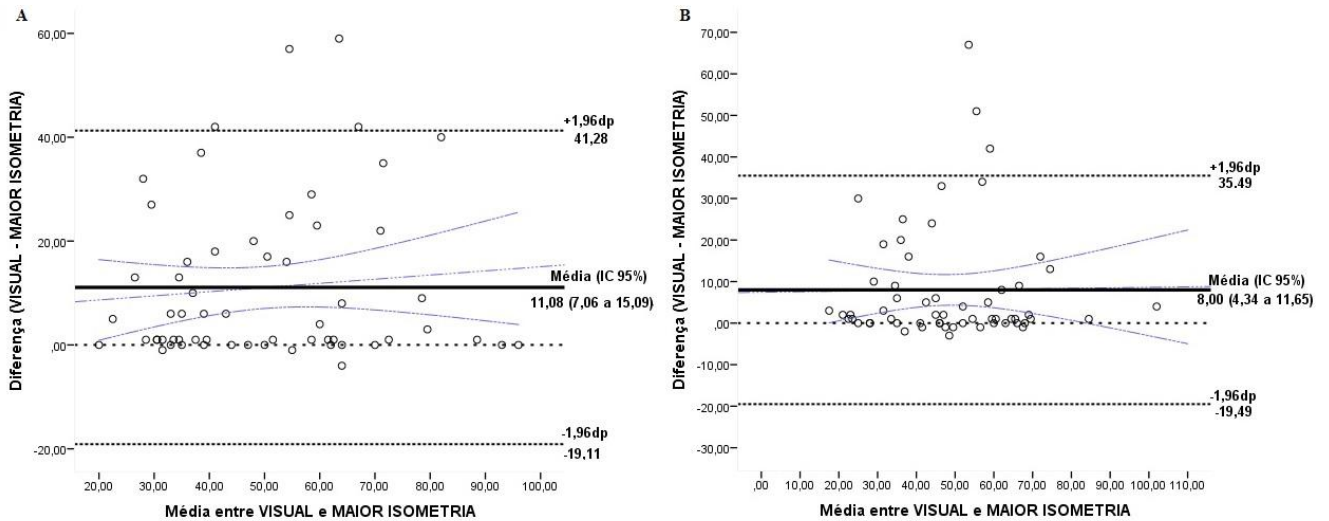


Figura 3: Gráfico de Bland Altman comparando os tempos (s) de resistência dos músculos flexores laterais do lado direito (A) e dos músculos flexores laterais do lado esquerdo (B) com limites de concordância, média das diferenças, intervalo de confiança e análise de regressão linear do viés.

DISCUSSÃO:

A análise por vídeo qualitativa e de forma quantitativa do tronco são métodos confiáveis e válidos e, apesar de apresentarem de moderada a alta associação, não há concordância entre suas medidas quando avaliados na população adolescente. As análises gráficas demonstraram amplos limites de concordância, indicando que as medidas tendem a discordar entre a análise qualitativa e quantitativa. Dessa forma, apesar dos critérios, VISUAL e MAIOR ISOMETRIA, serem confiáveis e válidos, as suas medidas não são equivalentes, apresentando ampla variação no tempo de resistência dos músculos do tronco que são superiores as diferenças mínimas detectáveis calculadas no estudo.

O teste de resistência de McGill é um dos principais métodos de avaliação em campo da resistência muscular do tronco para populações de atletas e não atletas (Oliveira, Pilz, Santos, Vasconcelos, Mello, & Grossi, 2018; Juan-Recio, López-Plaza, Barbado Murillo, García-Vaquero, & Vera-Garcia, 2018; Evans et al., 2007; Chan, 2005; McGill et al., 1999). De nosso conhecimento, este é o primeiro estudo a comparar a avaliação dos testes de McGill por vídeo e de forma quantitativa, bem como o primeiro que avaliou a confiabilidade e validade na população adolescente. Nossos resultados estão de acordo com estudos prévios que relataram excelente confiabilidade para os testes de McGill em adultos jovens assintomáticos (Oliveira et al., 2018; McGill et al., 1999), adultos jovens fisicamente ativos (Juan-Recio et al., 2018), atletas de elite (Evans et al., 2007) e atletas de remo universitários (Chan, 2005).

Particularmente, em relação à análise dos flexores anteriores do tronco, a confiabilidade das medidas diminuiu quando feita de forma quantitativa ao comparar com a análise qualitativa. A menor confiabilidade pode indicar que pequenas alterações na postura resultam em tempos diferentes durante a execução do teste em adolescentes. Tse e colaboradores (2010) demonstraram em jovens adultos remadores, que mesmo uma leve flexão lombar aumenta em 32% os tempos de isometria e superestima o resultado do teste em até 1 minuto (Tse et al., 2010). Esse movimento dificilmente é percebido em uma análise visual, de forma que acreditamos que a posição deste teste requer maior padronização pela dificuldade na identificação de pequenas variações na postura do tronco.

A postura da cabeça e da coluna cervicotorácica também tem influência nos tempos de isometria no teste dos flexores anteriores do tronco. Alguns indivíduos podem tentar prolongar o tempo do teste, flexionando sutilmente a cabeça ou a cervical, possivelmente para reduzir o torque dos flexores do tronco necessário para manter a posição de inclinação (Durall et al., 2012). No entanto, Dejanovic, Cambridge e McGill modificaram o protocolo original

do teste, recomendando a interrupção do teste quando o sujeito avaliado inicia uma flexão da coluna cervical ou da cabeça (Dejanovic et al., 2014). Sendo assim, uma análise qualitativa por vídeo e mesmo a quantificação da mudança de posição do tronco pode ser útil na identificação desses sutis ajustes e recomendado para a correta avaliação da resistência dos músculos do tronco.

Uma queixa frequente entre os adolescentes durante a execução dos testes para os flexores anteriores e extensores foi dor lombar. A presença de dor durante a execução dos testes pode ser uma explicação para a grande variabilidade dos tempos de isometria nestes testes (Abdelraouf e Abdel-aziem, 2016; Bauer et al. 2017). Apesar da dor lombar ser reportada em atletas adolescentes que competem em esportes com carga axial repetitiva e hiperextensão, como o voleibol (Schmidt, Zwingenberger, Walther, Reuter, Kasten, & Seifert, 2014), nossos atletas não apresentavam queixas prévias.

Já para o teste dos flexores laterais do tronco, uma das principais queixas foi dor no ombro que sustentava o tronco, gerando frequentes oscilações da postura durante a execução do teste. Outros autores já relataram que a posição do teste para os flexores laterais pode provocar a dor no ombro resultando no término do teste (Cools, Struyf, De Mey, Maenhout, Castelein, & Cagnie, 2014; Struyf et al., 2014) e erroneamente interpretado como fadiga da musculatura do tronco (Pogetti et al. 2018). Além disso, a dor durante o teste afeta a ativação do músculo serrátil anterior (Kaur, Bhanot, Brody, Bridges, Berry, & Ode, 2014), diminuindo a resistência do músculo grande dorsal, um importante flexor lateral do tronco (Pogetti et al. 2018).

Para minimizar o número de relatos de dor no ombro, Greene e colaboradores propuseram modificar a posição do teste, elevando os membros inferiores sobre um bloco e mantendo o membro superior apoiado no solo (Greene, Durall, & Kernozek, 2012). No

entanto, optamos por manter o protocolo original já considerado válido e confiável para ser aplicado em uma população de atletas (Chan, 2005; Evans et al., 2007; Pogetti et al., 2018).

A utilização de testes de resistência isométrica é questionada sob alguns argumentos. Primeiro que a fraqueza e desequilíbrio dos músculos do tronco podem apresentar uma variação normal entre indivíduos saudáveis (Lederman, 2010). Segundo, a posição utilizada na avaliação não segue o princípio da especificidade de cada esporte (Clayton et al., 2011), de forma que a recomendação dos testes é para atletas com maior demanda de força isométrica do tronco, como atletas de hóquei e ginastas (Juan-Recio et al., 2018). No entanto, atletas arremessadores com dor no ombro apresentaram menor resistência dos flexores laterais do tronco e pior função do ombro quando comparados a atletas assintomáticos (Pogetti et al., 2018). Essa diferença pode resultar em uma menor transmissão das forças geradas a partir dos membros inferiores, de forma que a avaliação da resistência dos músculos do tronco pode ser útil ao oferecer dados normativos para programas de prevenção e reabilitação (Dejanovic et al., 2014).

Há algumas limitações na análise dos resultados desse estudo. Apesar dos critérios de exclusão indicados, não foi realizado antes dos testes nenhuma avaliação de estabilidade da articulação do ombro e mobilidade da coluna vertebral que poderiam estar relacionadas às queixas de dor durante a execução dos testes. Além disso, nossa amostra foi constituída apenas por atletas de voleibol e handebol, não sendo possível extrapolar os resultados para demais esportes de arremesso em atletas adolescentes.

Finalmente, considerando que os testes de resistência isométrica do tronco necessitam de poucos equipamentos, são de fácil uso e baixo custo (Moya-Ramón et al. 2018), pesquisadores e clínicos podem usar a análise por vídeo para avaliar o tempo de resistência isométrica, permitindo melhor observação e quantificação das possíveis compensações e oscilações inerentes aos testes isométricos especialmente na população adolescente.

CONCLUSÃO:

A avaliação da resistência dos músculos do tronco por meio da análise por vídeo é um método confiável. O critério quantitativo de análise do tempo de resistência apresentou excelente confiabilidade e é considerado válido para identificar mudanças de posição durante a execução dos testes em atletas adolescentes. Apesar da falta de concordância entre as medidas, a análise por vídeo pode contribuir para a identificação de compensações e oscilações na postura por dor ou fadiga nos atletas arremessadores adolescentes.

REFERÊNCIAS

ABDELRAOUF, O. R.; ABDEL-AZIEM, A. A. (2016). The relationship between core endurance and back dysfunction in collegiate male athletes with and without nonspecific low back pain. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(3), 337-344.

ARAMPATZIS, A.; FRANK, J.; LAUBE, G.; MERSMANN, F. (2019). Trunk muscle strength and lumbo-pelvic kinematics in adolescent athletes: Effects of age and sex. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(11), 1691-1698.

BAUER, C. M.; RAST, F. M.; ERNST, M. J.; MEICHTRY, A.; KOOL, J.; RISSANEN, S. M.; SUNI, J. H.; KANKAANPÄÄ, M. (2017) The effect of muscle fatigue and low back pain on lumbar movement variability and complexity. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 33, 94-102.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. (1999). Measuring agreement in method comparison studies. *Statistical Methods in Medical Research*, 8(2), 135-160.

CHAN, R. H. (2005). Endurance times of trunk muscles in male intercollegiate rowers in Hong Kong. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(10), 2009-2012.

COOLS, A. M.; STRUYF, F.; DE MEY, K.; MAENHOUT, A.; CASTELEIN, B.; CAGNIE, B. (2014). Rehabilitation of scapular dyskinesis: from the office worker to the elite overhead athlete. *British Journal of Sports Medicine*, 48(8), 692-697.

DEJANOVIC, A.; CAMBRIDGE, E. D.; MCGILL, S. (2014). Isometric torso muscle endurance profiles in adolescents aged 15-18: normative values for age and gender differences. *Annals of Human Biology*, 41(2), 153-158.

DURALL, C. J.; GREENE, P. F.; KERNOZEK, T. W. (2012). A comparison of two isometric tests of trunk flexor endurance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(7), 1939-1944.

EVANS, K.; REFSHAUGE, K. M.; ADAMS, R. (2007). Trunk muscle endurance tests: reliability, and gender differences in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(6), 447-455.

FLEISS, J. L. (1986). *The design and analysis of clinical experiments*. Willey: New York, USA.

GIAVARINA, D. (2015). Understanding Bland Altman analysis. *Biochemia Medica*, 25(2), 141-151.

FURLAN, L.; STERR, A. (2018). The Applicability of Standard Error of Measurement and Minimal Detectable Change to Motor Learning Research – A Behavioral Study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12(95), 1-10.

GREENE, P. F.; DURALL, C. J.; KERNOZEK, T. W. (2012). Intersession reliability and concurrent validity of isometric endurance tests for the lateral trunk muscles. *Journal of Sport Rehabilitation*, 21(2), 161-166.

JUAN-RECIO, C.; LÓPEZ-PLAZA, D.; BARBADO MURILLO, D.; GARCÍA-VAQUERO, M. P.; VERA GARCÍA, F. F. (2018). Reliability assessment and correlation analysis of 3 protocols to measure trunk muscle strength and endurance. *Journal of Sports Science*, 36(4), 357-364.

KAUR, N.; BHANOT, K.; BRODY, L. T.; BRIDGES, J.; BERRY, D. C.; ODE, J. J. (2014). Effects of lower extremity and trunk muscles recruitment on serratus anterior muscle activation in healthy male adults. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(7), 924-937.

KIBLER, W. B. (1996). Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. *Clinics in Sports Medicine*, 14, 79-85.

KIBLER, W. B.; KUHN, J. E.; WILK, K.; SCIASCIA, A.; MOORE, S.; LAUDNER, K.; *et al.* (2013). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology-10-year update. *Arthroscopy*, 29(1), 141-161.

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

KIBLER, W. B.; WILKES, T.; SCIASCIA, A. (2013). Mechanics and pathomechanics in the overhead athlete. *Clinics in Sports Medicine*, 32(4), 637-651.

KOTTNER, J.; AUDIGÉ, L.; BRORSON, S.; DONNER, A.; GAJEWSKI, B. J.; HRÓBJARTSSON, A.; *et al.* (2011). Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies (GRRAS) were proposed. *Journal of Clinical Epidemiology*, 64(1), 96-106.

LAUDNER, K. G.; WONG, R.; MEISTER, K. (2019). The influence of lumbopelvic control on shoulder and elbow kinetics in elite baseball pitchers. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 28(2), 330-334.

MANCHADO, C.; GARCÍA-RUIZ, J.; CORTELL-TORMO, J. M.; TORTOSA-MARTÍNEZ, J. (2017). Effect of Core Training on Male Handball Players' Throwing Velocity. *Journal of Human Kinetics*, 56, 177-185.

MCGILL, S. M.; CHILDS, A.; LIEBENSON, C. (1999). Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(8), 941-944.

MOYA-RAMÓN, M.; JUAN-RECIO, C.; LOPEZ-PLAZA, D.; VERA-GARCIA, F. J. (2018). Dynamic trunk muscle endurance profile in adolescents aged 14-18: Normative values for age and gender differences. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 31(1), 155-162.

OLIVEIRA, I. O.; PILZ, B.; SANTOS, R. L. G.; VASCONCELOS, R. A.; MELLO, W.; GROSSI, D. B. (2018). Reference values and reliability for lumbopelvic strength and endurance in asymptomatic subjects. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 22(1), 33-41.

OYARZO, C. A.; VILLAGRÁN, C. R.; SILVESTRE, R. E.; CARPINTERO, P.; BERRAL, F. J. (2014). Postural control and low back pain in elite athletes comparison of static balance in elite athletes with and without low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 27(2), 141-146.

POGETTI, L. S.; NAKAGAWA, T. H.; CONTEÇOTE, G. P.; CAMARGO, P. R. (2018). Core stability, shoulder peak torque and function in throwing athletes with and without shoulder pain. *Physical Therapy in Sport*, 34, 36-42.

SANI, F; TODMAN, J. B. (2008). *Experimental design and statistics for psychology: a first course*. Blackwell Pub: Oxford, UK.

SCHMIDT, C. P.; ZWINGENBERGER, S.; WALTHER, A.; REUTER, U.; KASTEN, P.; SEIFERT, J.; *et al.* (2014). Prevalence of low back pain in adolescent athletes - an epidemiological investigation. *International Journal of Sports Medicine*, 35(8), 684-689.

STRUYF, F.; NIJS, J.; MEEUS, M.; ROUSSEL, N. A.; MOTTRAM, S.; TRUIJEN, S.; *et al.* (2014). Does scapular positioning predict shoulder pain in recreational overhead athletes? *International Journal of Sports Medicine*, 35(1), 75-82.

TSE, M. A.; MCMANUS, A. M.; MASTERS, R. S. (2010). Trunk muscle endurance tests: effect of trunk posture on test outcome. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(12), 3464-3470.

5.2 MANUSCRITO 2:

**RELAÇÃO DA RESISTÊNCIA DOS MÚSCULOS DO TRONCO E DA FORÇA
DOS MÚSCULOS ROTADORES DO OMBRO COM O DESEMPENHO
FUNCIONAL DO MEMBRO SUPERIOR EM ARREMESSADORES
ADOLESCENTES**

Rafael Marques Ferrer^{a*} e Michele Forgiarini Saccol^a

^a Programa de Pós Graduação em Educação Física, PPGEDF, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil

Prédio 51, Avenida Roraima, nº1000, Bairro Camobi, Santa Maria, RS, Brasil

* Endereço do autor: ferrerk3@yahoo.com.br

RESUMO

Objetivo: Comparar entre os sexos feminino e masculino, e analisar a relação da resistência do tronco e da força dos músculos rotadores do ombro com o desempenho funcional do membro superior em arremessadores adolescentes. *Desenho:* Estudo observacional. *Participantes:* Foram avaliados 54 atletas de handebol e voleibol saudáveis, de ambos os sexos. *Principais medidas do desfecho:* a resistência do tronco avaliada pelo teste de McGill de forma qualitativa e quantitativa, a força isométrica dos rotadores do ombro e o desempenho funcional do membro superior dominante pelo *Y Balance Test Upper Quarter* (YBTUQ) e pelo *Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test* (CKCUEST). *Resultados:* Os meninos têm maior resistência dos flexores laterais, maior força isométrica dos rotadores laterais e mediais, e maiores escores de potência pelo CKCUEST em relação às meninas. A resistência muscular do tronco avaliada de forma qualitativa tem associação com a média de toques e escore de potência do CKCUEST, enquanto a avaliação quantitativa tem associação com as médias normalizadas pela estatura. A maior associação ocorreu entre a resistência dos extensores, flexores laterais do lado direito do tronco e força dos rotadores laterais do ombro

com os escores do CKCUEST normalizados pela estatura. *Conclusão:* Os meninos apresentam maior resistência dos flexores laterais, força dos rotadores do ombro e potência do membro superior. Há relação da resistência dos extensores, flexores laterais do tronco, da força isométrica dos rotadores do ombro com o desempenho funcional do membro superior dominante em arremessadores adolescentes, principalmente com os escores do CKCUEST normalizados pela estatura.

Palavras-chaves: Adolescentes, Arremessadores, Resistência Muscular do Tronco, Dinamômetro muscular, Teste funcional para membros superiores.

INTRODUÇÃO

A adolescência é definida pela Organização Mundial da Saúde como o período compreendido dos 10 aos 19 anos, sendo uma fase de transição da infância para a vida adulta (WHO, 2017). Esta fase apresenta importante maturação biológica, com desenvolvimento das características sexuais, pico de velocidade do crescimento (Malina, Rogol, Cumming, Coelho e Silva, & Figueiredo, 2015) e modificações na composição corporal que apresentam variabilidade individual (Pinto, Arruda, Diniz, & Cavalcanti, 2010).

O desempenho esportivo melhora com o crescimento, mas há um desenvolvimento assíncrono durante a adolescência até à fase adulta, de forma que as respostas não apresentam relação linear com sexo, idade ou maturação do atleta (Bergeron et al. 2015). À medida que a adolescência progride, meninos com maior maturação musculoesquelética tem uma vantagem em tamanho, força e potência muscular em comparação a seus pares com maturação tardia. Essa tendência também ocorre nas meninas, mas com as diferenças nas capacidades funcionais sendo menos evidentes (Malina et al. 2015).

Estimar o nível de função física ou a capacidade de realizar tarefas dinâmicas em atletas adolescentes é essencial na tomada de decisão dos profissionais que atuam com esportes (Taylor, Wright, Smoliga, Depew, & Hegedus, 2016) e a avaliação dos atletas jovens arremessadores deve envolver tanto os movimentos de membros superiores como a estabilização lombopélvica (Okada, Huxel, & Nesser, 2011). Testes que avaliem essas funções e que sejam de baixo custo, fácil e rápida aplicação tem sido amplamente utilizados (Moya-Ramón, Juan-Recio, Lopez-Plaza, & Vera-Garcia, 2018; Goldbeck & Davies, 2000; Gorman, Butler, Plisky, & Kiesel, 2012).

Em esportes que envolvem arremesso, testes de desempenho funcional do membro superior como o *Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test* (CKCUEST) e o *Y*

Balance Test Upper Quarter (YBTUQ) são empregados. Esses testes utilizam apoio no solo e são realizados em cadeia cinética fechada, dependendo assim de outros componentes além da estabilidade dinâmica do ombro (Borms & Cools, 2018). Por ser unilateral, o YBTUQ necessitaria de estabilidade lombopélvica e escapular (Gorman et al., 2012), já o CKCUEST de força pliométrica (Gaudet; Begon; Tremblay, 2019) e resistência muscular (Degot et al., 2019; Olds, Coulter, Marant, & Uhl, 2019).

Considerando que a resistência e o controle muscular do tronco tem relação com o desempenho em atletas (Evans, Refshauge, & Adams, 2007; Chu, Jayabalan, Kibler, & Press, 2016), e que adolescentes de 15 e 18 anos apresentam maior resistência nos músculos do tronco quando comparados a indivíduos de faixas etárias menores ou maiores (McGill, Childs, & Liebenson, 1999; Dejanovic, Cambridge, & McGill, 2014), a relação desses testes funcionais de ombro e a resistência de tronco em atletas adolescentes ainda carece investigação.

Na infância e adolescência há uma necessidade crítica de aumentar a força e resistência muscular que permitam um desenvolvimento saudável, com jovens atletas capazes e preparados para uma participação contínua no esporte (Faigenbaum, MacDonald, & Haff, 2019). Quando adolescentes apresentam menores níveis de força muscular no ombro (Oliveira, Pitangui, Gomes, Silva, Passos, & Araújo, 2017) e baixos níveis de força nos músculos lombopélvicos, quadris e pernas (Burkhart, Morgan, & Kibler, 2003; Gilmer, Gascon, & Oliver, 2018), há influência na ocorrência de lesões crônicas (Guney, Harput, Colakoglu, & Baltaci, 2016; Astolfi, Struminger, Royer, Kaminski, & Swanik, 2015), e também para uma ineficiente transferência de energia da cadeia cinética durante o arremesso (Kibler, Press, & Sciascia, 2006). Portanto, o objetivo deste estudo é comparar atletas adolescentes do sexo feminino e masculino e analisar a relação da resistência dos músculos do

tronco e da força dos músculos rotadores do ombro com o desempenho funcional do membro superior em atletas arremessadores adolescentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado nos locais de treino das equipes, de acordo com a Declaração de Helsinki e foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UFSM com o nº 81118417.6.0000.5346. Todos os atletas assinaram um termo de assentimento, bem como seus pais e/ou responsáveis assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Este é um estudo observacional de corte transversal, composto por uma amostra por conveniência de 54 atletas saudáveis (27 meninas e 27 meninos). O cálculo amostral *a priori* foi feito para uma análise correlacional baseado no estudo de Borms e Cools (2018), com um tamanho de efeito de 30%, um poder observado de 80% e com nível de significância de 5%, que indicou um tamanho amostral de 23 atletas para cada sexo.

Para participar do estudo os atletas deveriam praticar o esporte há pelo menos 1 ano, com frequência mínima de treino de 3 horas por semana, e atuar em nível competitivo (Cools, Vanderstukken, Vereecken, Duprez, Heyman, & Goethals, 2016). Foram excluídos os atletas com histórico de lesões ou presença de disfunção do ombro que poderia interferir no desempenho funcional durante os testes (Zanca, Saccol, Oliveira, & Mattiello, 2013), bem como história de trauma ou cirurgia no ombro, cintura escapular, coluna vertebral e/ou membros inferiores, doença sistêmica ou dor reportada nos últimos seis meses que retiraram o atleta da participação do esporte.

As informações sobre as características antropométricas e pessoais dos atletas foram coletadas previamente as avaliações funcionais (Tabela 1). O comprimento do membro superior dominante (MSD) foi mensurado em centímetros como a distância do processo espinhoso da sétima vértebra cervical até o ponto mais distal do dedo médio com o ombro em

abdução de 90°, cotovelo estendido e palma da mão voltada para frente (Goldbeck; Davies, 2000; Gorman et al., 2012; Degot et al., 2019). O lado dominante foi considerado o ombro preferencial para o arremesso durante a prática esportiva, e somente ele foi utilizado para análise da força muscular e o desempenho funcional.

Os atletas realizaram o teste de McGill para a resistência do tronco, a avaliação isométrica dos rotadores do ombro e os testes funcionais YBTUQ e CKCUEST. A ordem das avaliações foi aleatorizada para cada atleta, de forma a minimizar o efeito da fadiga e de aprendizado.

A resistência dos músculos do tronco foi avaliada pelo teste de McGill (Dejanovic et al., 2014). Para o teste da musculatura extensora do tronco, os atletas permaneceram em decúbito ventral sobre uma caixa acolchoada com 50 cm de altura, estando as espinhas ilíacas ântero-superiores sobre a borda da caixa e as mãos apoiadas no solo. Os membros inferiores foram estabilizados a caixa por cintas, assegurando que o participante não realizasse nenhum movimento (Figura 1A). O tempo começou a ser cronometrado a partir do momento em que o atleta removia as mãos do solo, cruzando as mesmas no tórax, e assumia a posição de manutenção horizontal do tronco com a face voltada para o solo.

Para o teste da musculatura dos flexores anteriores do tronco, o atleta permanecia sentado e apoiado em uma cunha de madeira angulada a 50°, com as mãos cruzadas sobre o tórax e com os joelhos flexionados a 90° e pés estabilizados no solo com uma cinta (Figura 1B). O tempo foi cronometrado a partir do momento que a cunha foi removida 10 cm para trás.

Para o teste dos músculos flexores laterais do lado direito do tronco, os atletas posicionaram-se em decúbito lateral sobre um colchonete, com as pernas estendidas e o pé esquerdo a frente do pé direito para o apoio, e o braço direito permanecendo perpendicular ao solo com o cotovelo repousando no colchonete, enquanto a mão esquerda apoiava no ombro

direito (Figura 1C). Uma posição similar foi realizada para o teste da musculatura lateral esquerda. Ao elevar a pelve do colchonete, o tempo era cronometrado.



Figura 1: Teste de resistência de McGill. (A) Teste de extensores de tronco (B) Teste de flexores anteriores do tronco; (C) Teste de flexores laterais do tronco (no exemplo, lateral direito)

A fim de registrar o tempo de resistência para cada teste foi realizada uma filmagem com uma câmera digital (SONY Cybershot DSC H300) com 20,4 megapixels e frequência de 50 Hz, posicionada a uma distância perpendicular de 5m em relação aos atletas e sobre um tripé com a lente a 55 cm do solo. Foram permitidas duas tentativas para cada teste, sendo considerada para análise a tentativa com maior duração. Além disso, os atletas não haviam realizado nenhum tipo de treinamento no dia da avaliação. Para determinar o instante final do teste foram utilizadas duas análises: uma qualitativa pela observação visual (VISUAL) que apresentou maior confiabilidade na avaliação dos músculos extensores e flexores anteriores em adolescentes (Artigo 1) e outra quantitativa da mudança da posição do tronco (MAIOR ISOMETRIA) com maior confiabilidade na avaliação dos músculos flexores laterais em adolescentes (Artigo 1). Para todos os testes, o tempo máximo de execução foi de 400 segundos (Dejanovic et al., 2014).

Para a análise por vídeo qualitativa (VISUAL) o teste dos extensores do tronco foi encerrado quando o atleta não era capaz de manter a posição do tronco, começando a se curvar, movendo sua cabeça e tronco para cima ou para baixo. Já o teste dos flexores anteriores do tronco foi interrompido quando o tronco tocou a cunha ou o atleta realizou flexão da coluna cervicotorácica. No teste dos flexores laterais do tronco a interrupção ocorreu quando houve flexão lateral do tronco ou quando o quadril e/ou joelho tocaram o colchonete.

A fim de realizar a análise cinemática bidimensional, foram utilizadas notas adesivas de 38 mm X 50 mm (*Post It 3M*[®]) localizadas no terço médio da linha axilar lateral do tronco para avaliação dos músculos extensores e flexores anteriores e nas espinhas ilíacas ântero-superiores para avaliação dos músculos flexores laterais do tronco. Para determinar o instante final do teste, foi calculada a distância dos pontos até o solo por meio do software Kinovea (versão 0.8.15), sendo a análise do tempo de resistência realizada por um critério quantitativo:

segundo instante quando há diminuição da distância por mais de 2 segundos a partir da posição que teve maior duração no teste (MAIOR ISOMETRIA).

A avaliação da força muscular do ombro dominante foi realizada com um dinamômetro portátil (Microfet 2, Indústrias Hoogan Saúde, West Jordan, UT, USA). Na avaliação dos rotadores (Figura 2), o atleta estava com o braço apoiado em uma base mantendo o ombro em abdução de 90° , cotovelo flexionado a 90° e antebraço pronado. Nesta posição, o dinamômetro se encontrava apoiado na parede por meio de um cilindro com um nível magnético acoplado a ele, mantendo assim o equipamento na posição adequada do teste. O atleta foi instruído a realizar uma força isométrica contra o dinamômetro posicionado a 3 cm proximal ao processo estiloide do rádio.

Todos os participantes realizaram um teste para familiarização com o procedimento e três coletas válidas de 5 segundos cada, com intervalo de repouso de 1 minuto entre cada movimento. A média das três repetições do teste de força de rotadores laterais (RL) e de rotadores mediais (RM) foi normalizada pela massa corporal do atleta e multiplicado por 100 (kgf/kg).



Figura 2: Posicionamento para avaliação da força muscular isométrica dos rotadores mediais (A) e rotadores laterais do ombro (B).

O desempenho funcional de membro superior foi avaliado pelos testes: YBTUQ e CKCUEST. Para a realização do YBTUQ uma plataforma de apoio foi anexada a 3 tubos posicionados em formato de Y dispostos de forma que as direções ínfero-lateral e súpero-lateral formem um ângulo de 90° entre si e de 135° com a direção medial. Para realizar o teste, os atletas adotaram a posição de flexão de braços com a mão sobre a plataforma de apoio, mantendo o polegar paralelo à fita branca sobre a plataforma. Após uma demonstração do teste, os atletas foram instruídos a empurrar uma pequena caixa sobre os tubos a maior distância possível com o dedo médio da mão na seguinte ordem: medial (M), ínfero-lateral (IL) e súpero-lateral (SL), em relação à mão dominante em apoio (Figura 3). Logo que executaram a tentativa em uma direção, retornaram à posição inicial antes de mover a mão na direção seguinte.

Os sujeitos realizaram duas tentativas de familiarização, com um intervalo de descanso de 1 minuto antes de iniciar a avaliação. Foram necessárias três tentativas para cada direção, com intervalo de 30 segundos entre cada uma, sendo registrada a distância obtida em centímetros. A tentativa foi interrompida e não validada se o sujeito não manteve a postura estável ou usou a mão suspensa para o apoio, não manteve contato da mão com a caixa, se o participante não deslizou a caixa com a ponta dos dedos ou elevasse um dos pés. A média de três testes válidos para cada direção foi usada para análise e a soma das 3 direções alcançadas utilizada para o cálculo do escore total de excursão. Para a comparação entre os atletas, a normalização das medidas foi realizada em cada uma das direções (dividindo a média pelo comprimento do membro superior e multiplicando por 100) e pelo escore composto, dividindo o escore total de excursão por 3 vezes o comprimento do membro superior e multiplicando por 100 (Gorman et al., 2012).

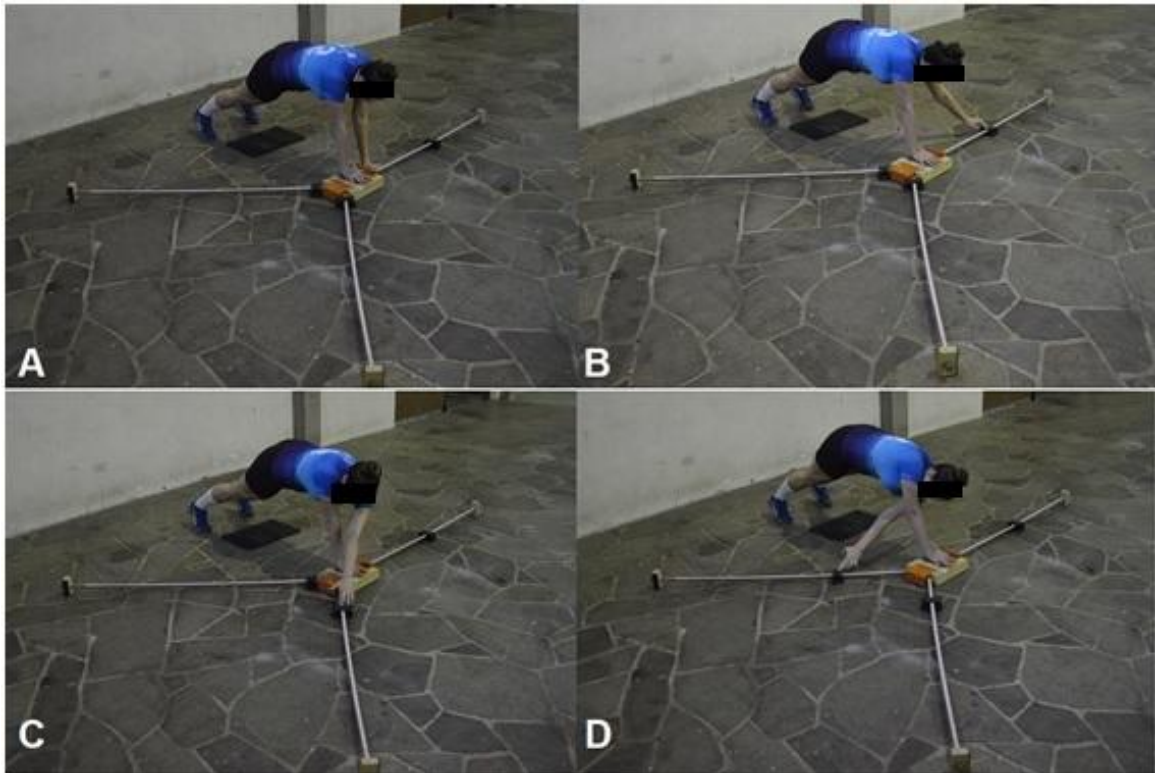


Figura 3: Demonstração do *Y Balance Test Upper Quarter* para avaliação do membro superior direito: posição inicial (A), alcance medial (B), alcance súpero-lateral (C) e alcance ínfero-lateral (D).

Para a aplicação do CKCUEST foi utilizado o protocolo baseado no estudo de Goldbeck e Davies (2000). O teste foi realizado na posição de apoio (homens) ou apoio modificado (de joelhos) para as mulheres, de forma que os atletas mantivessem a coluna ereta e a descarga do peso do membro superior permanecesse perpendicular ao solo e sobre as mãos, que estavam afastadas em local demarcado por duas fitas correspondendo a 91,4 cm de distância. O teste iniciou com o atleta com as duas mãos em apoio sobre as marcações, então uma mão foi elevada (mão em balanço no ar) e tocava a outra mão que estava em apoio (ou tocava a fita) e retornava a posição inicial (Figura 4). Na sequência, o movimento foi alternado para o outro membro, de forma que o atleta realizou durante 15 segundos a maior quantidade de toques alternados que conseguiu. Foi realizada uma familiarização do

movimento e após três testes válidos, com um intervalo de repouso de 45 segundos entre as repetições.

A tentativa era invalidada se não fosse possível manter a posição de tronco paralelo ao solo ou o membro superior em apoio perpendicular ao solo, se o atleta tocasse os joelhos no chão, ou afastasse os pés além da largura dos ombros. Quando o atleta não conseguiu tocar na mão oposta (ou na fita), o teste não foi interrompido, mas o toque não foi contabilizado. O escore do teste foi feito pela média dos toques válidos nas três tentativas, a média de toques normalizada pela estatura (EST) e o escore de potência, multiplicando a média por 68% da massa corporal dos meninos e dividido por 15s. Para as meninas, a média foi multiplicada por 24% devido a modificação na posição inicial (Tucci, Felicio, McQuade, Bevilaqua-Rossi, Camarini, & Oliveira, 2017).

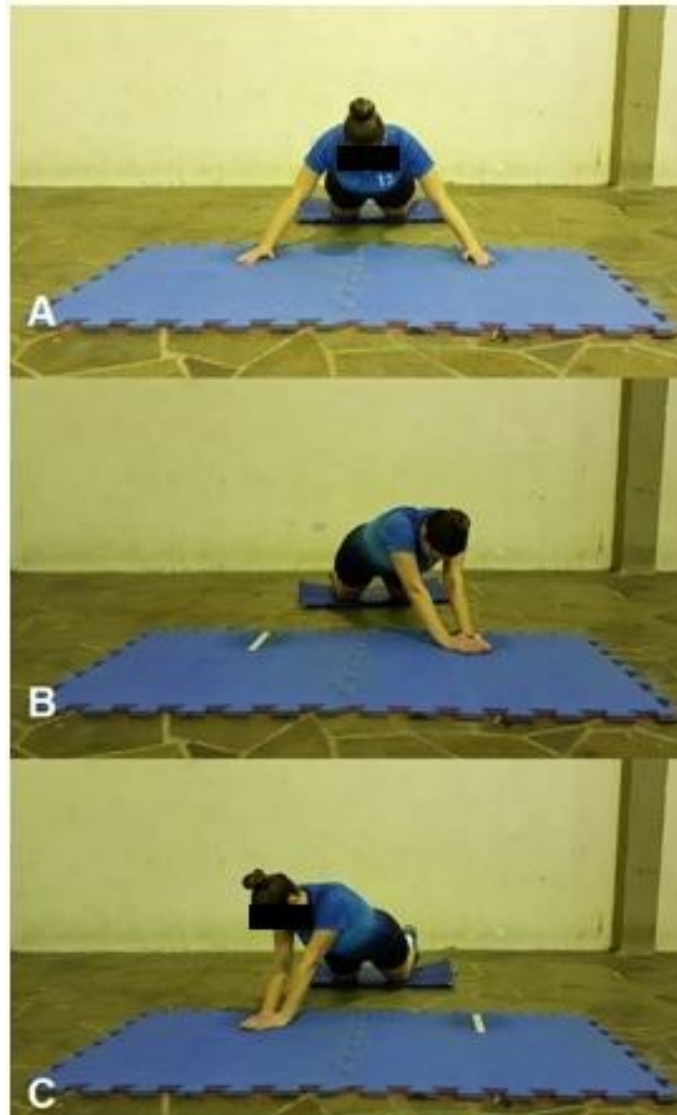


Figura 4: Demonstração do *Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test* para avaliação das meninas: posição inicial (A), toques alternados entre os membros superiores (B e C).

A normalidade das variáveis dependentes foi verificada pelo teste Smirnov-Kolgomorov. Inicialmente foi realizado o teste de Levene para verificar a homogeneidade das variâncias, a fim de interpretar o teste T para amostras independentes na comparação das médias das variáveis dependentes entre os grupos de meninos e meninas. Em seguida, foi feita uma análise correlacional pelo coeficiente de Pearson para os dados com distribuição normal e pelo coeficiente ρ Spearman para os dados com distribuição não normal dos tempos de

resistência isométrica do tronco, e força dos músculos rotadores do ombro com os escores relacionados aos testes de desempenho funcional (CKCUEST e YBTUQ), a fim de determinar as variáveis com relação linear capazes de compor um modelo de regressão linear múltipla. Para essa análise, foi utilizado um modelo de eliminação passo atrás (*backwards stepwise*), que gradualmente excluiu as interações sem significância ou sem efeito. Somente foram interpretados os resultados que cumpriram com os seguintes pré-requisitos: ausência de multicolinearidade (*Tolerance* > 0,1 e *VIF* < 10); resíduos independentes (Durbin Watson entre 1,5 a 2,5) e normalmente distribuídos; ausência de *outliers* entre os resíduos (valores entre -3 e +3) e homocedasticidade. Todas as análises estatísticas foram conduzidas pelos softwares Microsoft Excel e SPSS versão 20, sendo o nível de significância de 5% adotado para todos os testes.

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os dados antropométricos e de treinamento dos atletas avaliados. Os meninos apresentaram maior idade ($t(50) = -2,247$; $p < 0,05$), massa corporal ($t(32,76) = -6,019$; $p < 0,001$), estatura ($t(50) = -7,334$; $p < 0,05$), IMC ($t(50) = -2,065$; $p < 0,05$) e comprimento do membro superior dominante ($t(50) = -7,943$; $p < 0,001$) em comparação as meninas.

Tabela 1: Dados antropométricos e de atividade esportiva em atletas arremessadores.

Dados apresentados em média (IC95%):

	Meninas (n = 27)	Meninos (n = 25)	Valor do p
Idade (anos)	16,03 (15,60 – 16,46)	16,64 (16,30 – 16,97)	0,029*
Massa Corporal (kg)	61,41 (58,97 – 63,85)	79,42 (73,75 – 85,08)	< 0,001*
Estatura (m)	1,65 (1,63 – 1,68)	1,81 (1,77 – 1,85)	< 0,001*
IMC (kg/m²)	22,34 (21,40 – 23,28)	24,14 (22,57 – 25,71)	0,044*
Tempo de Treinamento (anos)	3,59 (2,75 – 4,42)	2,80 (1,98 – 3,62)	0,179
Comprimento do MSD (cm)	86,90 (85,38 – 88,42)	96,50 (94,50 – 98,50)	< 0,001*
Dominância (%)	96,3 D / 3,7 E	92 D / 8 E	

* Diferenças significativas entre as médias das meninas e meninos

IMC = índice de massa corporal

MSD = membro superior dominante

D = dominância do lado direito / E = dominância do lado esquerdo

Os meninos apresentaram maiores tempos de resistência dos músculos flexores laterais dos lados direito ($t(50) = -2,841$; $p < 0,05$) e esquerdo ($t(50) = -2,122$; $p < 0,05$) apenas durante a análise qualitativa (VISUAL) em comparação as meninas (Tabela 2). Além disso, as médias normalizadas da força dos rotadores laterais ($t(50) = -2,076$; $p < 0,05$) e mediais ($t(35,98) = -2,721$; $p < 0,05$) também são maiores para os meninos em comparação as meninas (Tabela 3).

Tabela 2: Tempo de resistência isométrica dos músculos do tronco em atletas arremessadores de acordo com o critério qualitativo (VISUAL) e quantitativo (MAIOR ISOMETRIA). Dados apresentados em média (IC95%) e valor do p:

	VISUAL		valor do p	MAIOR ISOMETRIA		valor do p
	Meninas	Meninos		Meninas	Meninos	
EXT(s)	97,40 (85,41-109,40)	100,40 (84,39-116,40)	0,924	96,96 (79,62-114,29)	92,35 (71,33-113,36)	0,726
FLEX(s)	66,25 (55,18-77,32)	70,85 (51,61-90,08)	0,256	66,62 (54,67-78,58)	87,30 (56,02-118,57)	0,161
LAT.DIR(s)	46,11 (40,01-52,21)	57,40 (48,38-66,41)	0,006*	39,85 (32,74-46,95)	45,70 (35,92-55,47)	0,309
LAT.ESQ(s)	45,07 (39,37-50,77)	52,15 (43,06-61,23)	0,042*	40,22 (33,73-46,71)	41,10 (33,73-48,46)	0,854

*Diferenças significativas entre as médias das meninas e meninos (Teste T para amostras independentes)

EXT= extensores;

FLEX= flexores anteriores;

LAT.DIR = flexores laterais (lado direito);

LAT.ESQ = flexores laterais (lado esquerdo).

Tabela 3: Força dos músculos rotadores laterais (RL) e mediais (RM) do ombro em atletas arremessadores. Dados apresentados em média (IC95%) e valor do p:

	Meninas	Meninos	valor do p
RL (%)	9,78 (8,62 – 10,93)	11,81 (10,20 – 13,41)	0,043*
RM (%)	16,62 (15,34 – 17,90)	21,47 (18,74 – 24,19)	0,010*

* Diferenças significativas entre as médias das meninas e meninos (Teste T para amostras independentes)

Nos testes de desempenho funcional dos membros superiores (Tabela 4), o escore de potência do CKCUEST dos meninos foi maior que das meninas ($t(50) = -15,682$; $p < 0,001$), enquanto que no YBTUQ as meninas tiveram maiores alcances na direção ínfero-lateral ($t(50) = 2,621$; $p < 0,05$).

Tabela 4: Comparação do desempenho funcional do membro superior pelo *Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test* (CKCUEST) e *Y Balance Test Upper Quarter* (YBTUQ) entre meninas e meninos arremessadores. Dados apresentados em média (IC95%) e valor do p:

		Meninas (n = 27)	Meninos (n = 25)	valor do p
CKCUEST	n° de toques	16,91 (15,10 – 18,72)	18,43 (16,36 – 20,50)	0,292
	EST	10,18 (9,10 – 11,26)	10,24 (9,13 – 11,34)	0,839
	Escore de potência	14,73 (14,15 – 15,32)	66,26 (58,41 – 74,12)	< 0,001*
YBTUQ	M	88,11 (82,75 – 93,46)	92,51 (86,67 – 98,35)	0,257
	IL	65,61 (61,35 – 69,88)	58,51 (55,00 – 62,02)	0,012*
	SL	44,27 (40,42 – 48,12)	44,67 (40,51 – 48,83)	0,886
	Escore Composto	66,00 (62,54 – 69,45)	63,29 (58,20 – 68,39)	0,363

* Diferenças significativas entre as médias das meninas e meninos (Teste T para amostras independentes)

EST = média de toques normalizada pela estatura do atleta

M = direção medial

IL = direção ínfero-lateral

SL = direção súpero-lateral

Após a análise correlacional, não foi encontrada nenhuma relação linear significativa entre a resistência dos músculos do tronco e da força dos músculos do manguito rotador com as médias dos alcances nas três direções e no escore composto do YBTUQ para o membro superior dominante em arremessadores adolescentes.

Para os escores do CKCUEST, foi observada uma relação linear da média do número de toques com o tempo de resistência dos flexores laterais do lado direito de acordo com critério VISUAL ($r = 0,31$), e também com o tempo de resistência dos flexores laterais do lado esquerdo de acordo com o critério MAIOR ISOMETRIA ($r = 0,34$). A análise de regressão linear múltipla resultou em um modelo estatisticamente significativo [$F(1,45) = 9,919$; $p < 0,05$; $R^2 = 0,18$], sendo apenas o tempo de resistência dos flexores laterais do lado direito ($\beta = 0,425$; $t = 3,149$; $p < 0,05$) previsor da média de toques do CKCUEST.

Quando analisada a média de toques do CKCUEST normalizada pela estatura dos atletas, houve relação linear com o tempo de resistência no teste dos extensores ($r = 0,31$) e flexores laterais do lado esquerdo ($r = 0,31$) pelo critério MAIOR ISOMETRIA, e com o tempo de resistência dos flexores do lado direito pelo critério VISUAL ($r = 0,28$), além da força dos rotadores laterais ($r = 0,31$). A análise de regressão linear múltipla produziu um modelo estatisticamente significativo [$F(3,43) = 6,832$; $p < 0,05$; $R^2 = 0,32$], sendo a resistência dos extensores ($\beta = 0,431$; $t = 3,424$; $p < 0,05$), o tempo de resistência dos flexores laterais do lado esquerdo ($\beta = 0,232$; $t = 1,800$; $p > 0,05$) e a força dos rotadores laterais ($\beta = 0,274$; $t = 2,115$; $p < 0,05$) previsores da média de toques normalizada pela estatura no CKCUEST.

Por fim, em relação ao escore de potência do CKCUEST, houve relação linear com o tempo de resistência dos flexores laterais do lado direito pelo critério VISUAL ($r = 0,37$), pela força dos rotadores laterais ($r = 0,32$) e dos rotadores mediais ($r = 0,40$). A análise resultou em um modelo estatisticamente significativo [$F(1,50) = 8,779$; $p < 0,05$; $R^2 = 0,15$],

sendo apenas a força dos rotadores mediais ($\beta = 0,386$; $t = 2,963$; $p < 0,05$) predictor do escore de potência do CKCUEST.

DISCUSSÃO:

O presente estudo teve como objetivo comparar atletas adolescentes do sexo feminino e masculino e analisar a relação da resistência dos músculos do tronco e da força dos músculos rotadores do ombro com o desempenho funcional em arremessadores adolescentes. Atletas arremessadores adolescentes do sexo masculino apresentam maior tempo de resistência isométrica para os flexores laterais do lado direito e esquerdo do tronco, maior força de rotadores mediais e laterais do ombro dominante e maior potência no teste funcional do CKCUEST. Atletas femininas apresentaram maior alcance na distância ínfero-lateral do YBTUQ. A resistência isométrica do tronco e a força dos músculos rotadores do ombro apresentaram relação apenas com os escores do CKCUEST.

Os tempos de resistência dos atletas de nossa amostra foram menores para todos os testes de tronco se comparados aos dados normativos estabelecidos por Dejanovic e colaboradores para a idade de 16 anos (Dejanovic et al. 2014). Porém, houve concordância entre os estudos, pois a diferença entre os sexos ocorreu apenas na resistência dos flexores laterais, sendo os adolescentes meninos mais resistentes que as meninas (Dejanovic et al. 2014). Essas diferenças sugerem que outros fatores podem ser responsáveis por uma rápida fadiga muscular, principalmente em adolescentes entre 14 e 18 anos onde características antropométricas são mais homogêneas (Dejanovic et al., 2014; Moya-Ramón et al., 2018; Arampatzis, Frank, Laube, & Mersmann, 2019). Fatores individuais como alto índice de massa corporal (Richmond, Kang, & Emery, 2013) e maior influência metabólica do tecido

adiposo (Smith, O'Sullivan, Campbell, & Straker, 2010) têm associação com a diminuição da resistência muscular.

Durante o arremesso, os músculos lombopélvicos devem fornecer uma base estável e serem motores na geração de força, de forma que diversos segmentos corporais auxiliam na geração das forças necessárias para propelir a bola, transferindo as energias desde segmentos mais proximais até os mais distais (Burkhart et al., 2003). Neste contexto, o ombro serve de elo para transmissão das forças e fornece estabilidade durante o gesto esportivo (Kibler, Wilkes, & Sciascia, 2013). Portanto, o maior controle lombopélvico aumenta o desempenho funcional (Oliver, Washington, Barfield, Gascon, & Gilmer, 2018) e diminui a ocorrência de lesões em atletas arremessadores (Cope, Wechter, Stucky, Thomas, & Wilhelm, 2019).

Em arremessadores adolescentes, a força dos músculos rotadores do ombro pode estar alterada devido à adaptação do gesto, sendo importante sua avaliação para prevenção de lesões na fase adulta (Saccol, Gracitelli, Silva, Laurino, Fleury, Andrade, & Silva, 2010). Nossos resultados indicam que os meninos apresentam maior força dos músculos rotadores do ombro, tanto para RM quanto para RL. Esses achados são corroborados por outros estudos em atletas arremessadores adolescentes (Cools et al., 2016; McLaine, Ginn, Fell, & Bird, 2018).

Quando analisado o desempenho funcional por meio do YBTUQ, observa-se apenas diferença significativa a favor das meninas na média do alcance na direção ínfero-lateral para o ombro dominante. Não há dados normativos para comparação, mas como o YBTUQ é considerado um teste em cadeia cinética fechada, os escores alcançados em esportes puramente em cadeia cinética aberta, como o handebol e voleibol, devem ser significativamente menores em relação a esportes em cadeia cinética fechada como o *wrestling* (Myers, Poletti, & Butler, 2017).

Não houve nenhuma relação linear significativa de qualquer escore do YBTUQ no lado dominante com a resistência dos músculos do tronco ou com a força dos rotadores do ombro, sugerindo que para nossa amostra durante esse teste outras variáveis podem ter maior contribuição. Gorman e colaboradores destacam que além da estabilização lombopélvica e de força, esse teste exige mobilidade escapular, rotação torácica, equilíbrio e propriocepção enquanto o membro superior dominante fica apoiado e a mão contralateral tenta atingir os maiores alcances nas três direções (Gorman et al., 2012). Westrick e colaboradores encontraram relação significativa da resistência do tronco com os escores do YBTUQ no lado dominante, porém os autores somaram os escores não normalizados nas três direções, não fazendo análise da relação para cada direção de forma individual (Westrick, Miller, Carow, & Gerber, 2012). Quando associaram o escore composto com a força isométrica dos rotadores do ombro e a resistência do tronco, não encontraram relação significativa, corroborando com nossos achados.

Estudos tem reportado de nenhuma (Taylor et al., 2016) à moderada correlação (Borms & Cools, 2018) entre os escores do YBTUQ com o CKCUEST, sugerindo que as medidas destes testes devam avaliar diferentes constructos do desempenho funcional em atletas, sendo recomendada a combinação de ambos durante avaliação. A posição do CKCUEST requer força do tronco ou estabilidade, sendo um teste indicado para avaliar estabilidade dinâmica (Roush, Kitamura, & Waits, 2007), força e capacidade pliométrica (Gaudet et al., 2019), e recentemente modificado para avaliar resistência e fadiga muscular (Degot et al., 2019; Olds et al., 2019) dos membros superiores em arremessadores. Também está correlacionado com a distância do arremesso no *softbol* (Negrete, Hanney, Kolber, Davies, & Riemann, 2011) e apresenta correlação alta com picos de torque dos rotadores laterais e mediais (Lee & Kim, 2015). Além disso, as propriedades clinimétricas indicam que o CKCUEST apresenta moderada acurácia diagnóstica, tendo valor preditivo para risco de

lesões do ombro para atletas (Pontillo, Spinelli, & Sennett, 2014), mas não deve ser utilizado de forma isolada na triagem de atletas de handebol e nadadores (Gaudet et al., 2019).

Não há consenso sobre a melhor forma de normalização do escore do CKCUEST (Tucci et al., 2017; Taylor et al., 2016; Degot et al., 2019) e não há dados normativos para a população adolescente. É sugerido que o desempenho neste teste diminui com aumento da idade, é maior em homens e não apresenta diferença entre atletas de handebol e voleibol (Borms & Cools, 2018). Em nossos resultados, apenas o escore de potência do CKCUEST apresentou médias significativamente diferentes entre os sexos, sendo os meninos mais potentes que as meninas durante o teste. A diferente posição do teste com as meninas apoiadas com os joelhos é caracterizada por menor demanda de peso corporal sobre os membros superiores, podendo explicar as diferenças entre os sexos dos atletas (Tucci et al., 2017).

De acordo com nossos resultados, a avaliação do tempo de resistência dos músculos do tronco de forma qualitativa (VISUAL) apresenta associação com a média de número de toques e com o escore de potência do CKCUEST. A resistência dos músculos flexores laterais do lado direito explica 18% da média do número de toques, enquanto a força normalizada dos rotadores mediais do ombro dominante explicaram 15% do escore de potência.

Quando utilizado o critério quantitativo (MAIOR ISOMETRIA) para avaliação da resistência dos músculos do tronco há maior relação com a média de toques normalizada pela estatura dos atletas. Para este critério, a resistência dos músculos extensores do tronco e flexores laterais do lado esquerdo, juntamente com a força normalizada dos rotadores laterais do ombro dominante explicaram 32% do escore normalizado pela estatura.

Considerando a maior prevalência da dominância no lado direito entre os adolescentes da nossa amostra, é possível afirmar que há uma relação da estabilidade lombopélvica com a função do ombro, principalmente da resistência dos extensores e flexores laterais do lado do ombro dominante. A importância dos flexores laterais do tronco ipsilaterais ao membro

superior dominante já foi reportada em atletas com dor no ombro que apresentaram menor força isométrica deste grupo muscular (Pogetti, Nakagawa, Conteçote, & Camargo, 2018).

As conexões miofasciais entre os músculos flexores laterais do tronco aumentam a ativação do serrátil anterior (Kaur, Bhanot, Brody, Bridges, Berry, & Ode, 2014), sendo encontrada uma relação significativa entre esses grupos musculares em sujeitos saudáveis (Hazar Kanik, Pala, Gunaydin, Sozlu, Alkan, & Basar, 2017). Em torno de 55% da energia cinética e da força para o movimento do arremesso é proveniente dos músculos lombopélvicos (Kibler et al., 2013). Em nossos resultados, foi observada maior associação da resistência dos extensores, flexores laterais ipsilaterais ao lado dominante e da força dos rotadores laterais do ombro dominante com o desempenho funcional em arremessadores adolescentes analisado pela média de toques do CKCUEST normalizada pela estatura dos atletas.

Entre as limitações do presente estudo, não foi possível fazer nenhuma comparação entre os esportes, visto que apesar das similaridades entre os gestos esportivos do handebol e voleibol, as demandas funcionais e adaptações musculoesqueléticas são específicas a cada esporte.

CONCLUSÃO:

A resistência dos músculos flexores laterais do tronco, a força dos músculos rotadores do ombro e a potência no CKCUEST são maiores em atletas arremessadores adolescentes do sexo masculino. Não houve relação da resistência dos músculos do tronco e da força dos rotadores do ombro com os escores do YBTUQ para o ombro dominante. Para o CKCUEST, há relação da resistência dos extensores, flexores laterais do tronco, da força isométrica dos rotadores do ombro com o desempenho funcional do membro superior dominante em

arremessadores adolescentes, havendo maior associação com escores do CKCUEST normalizados pela estatura

REFERÊNCIAS:

ARAMPATZIS, A.; FRANK, J.; LAUBE, G.; MERSMANN, F. (2019). Trunk muscle strength and lumbo-pelvic kinematics in adolescent athletes: effects of age and sex. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, Ahead of print.*

ASTOLFI, M. M.; STRUMINGER, A. H.; ROYER, T. D.; KAMINSKI, T. W.; SWANIK, C. B. (2015). Adaptations of the Shoulder to Overhead Throwing in Youth Athletes. *Journal of Athletic Training, 50(7), 726-732.*

BERGERON, M. F.; MOUNTJOY, M.; ARMSTRONG, N.; CHIA, M.; COTÉ, J.; EMERY, C. A. *et al.* (2015). International Olympic Committee consensus statement on youth athletic development. *British Journal of Sports Medicine, 49(13), 843-851.*

BORMS, D.; COOLS, A. (2018). Upper-Extremity Functional Performance Tests: Reference Values for Overhead Athletes. *International Journal of Sports Medicine, 39(6), 433-441.*

BURKHART, S. S.; MORGAN, C. D.; KIBLER, W. B. (2003). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy, 19(6), 641-661.*

CHU, S. K.; JAYABALAN, P.; KIBLER, W. B.; PRESS, J. (2016). The Kinetic Chain Revisited: New Concepts on Throwing Mechanics and Injury. *PM&R: The Journal of Injury,*

Function and Rehabilitation, 8(3), S69-S77.

COOLS, A. M.; VANDERSTUKKEN, F.; VEREECKEN, F.; DUPREZ, M.; HEYMAN, K.; GOETHALS, N. (2016). Eccentric and isometric shoulder rotator cuff strength testing using a hand-held dynamometer: reference values for overhead athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 24(12), 3838-3847.

COPE, T.; WECHTER, S.; STUCKY, M.; THOMAS, C.; WILHELM, M. (2019). The impact of lumbopelvic control on overhead performance and shoulder injury in overhead athletes: a systematic review. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 14(4), 500-513.

DEGOT, M.; BLACHE, Y.; VIGNE, G.; JURÉ, D.; BOREL, F.; NEYTON, L. *et al.* (2019). Intrarater reliability and agreement of a modified Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test. *Physical Therapy in Sport*, 38, 44-48.

DEJANOVIC, A.; CAMBRIDGE, E. D.; MCGILL, S. (2014). Isometric torso muscle endurance profiles in adolescents aged 15-18: normative values for age and gender differences. *Annals of Human Biology*, 41(2), 153-158.

EVANS, K.; REFSHAUGE, K. M.; ADAMS, R. (2007). Trunk muscle endurance tests: reliability, and gender differences in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(6), 447-455.

FAIGENBAUM, A. D.; MACDONALD, J. P.; HAFF, G. G. (2019). Are Young Athletes Strong Enough for Sport? DREAM On. *Current Sports Medicine Reports*, 18(1), 6-8.

GAUDET, S.; BEGON, M.; TREMBLAY, J. (2019). Cluster analysis using physical performance and self-report measures to identify shoulder injury in overhead female athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(3), 269-274.

GILMER, G. G.; GASCON, S. S.; OLIVER, G. D. (2018). Classification of lumbopelvic-hip complex instability on kinematics amongst female team handball athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(8), 805-810.

GOLDBECK, T. G.; DAVIES, G. J. (2000). Test-retest reliability of the closed kinetic chain upper extremity stability test: a clinical field test. *Journal of Sport Rehabilitation*, 9(1), 35-45.

GORMAN, P. P.; BUTLER, R. J.; PLISKY, P. J.; KIESEL, K. B. (2012). Upper Quarter Y Balance Test: reliability and performance comparison between genders in active adults. *Journal of Strength and Conditioning Reserach*, 26(11), 3043-3048.

GUNEY, H.; HARPUT, G.; COLAKOGLU, F.; BALTACI, G. (2016). The Effect of Glenohumeral Internal-Rotation Deficit on Functional Rotator-Strength Ratio in Adolescent Overhead Athletes. *Journal of Sport Rehabilitation*, 25(1), 52-57.

HAZAR KANIK, Z.; PALA, O. O.; GUNAYDIN, G.; SOZLU, U.; ALKAN, Z. B.; BASAR, S. (2017). Relationship between scapular muscle and core endurance in healthy subjects. *Journal of Back Musculoskeletal Rehabilitation*, 30(4), 811-817.

KAUR, N.; BHANOT, K.; BRODY, L. T.; BRIDGES, J.; BERRY, D. C.; ODE, J. J. (2014). Effects of lower extremity and trunk muscles recruitment on serratus anterior muscle activation in healthy male adults. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(7), 924-937.

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

KIBLER, W. B.; WILKES, T.; SCIASCIA, A. Mechanics and pathomechanics in the overhead athlete. (2013). *Clinics in Sports Medicine*, 32(4), 637-651.

LEE, D. R.; KIM, L. J. (2015). Reliability and validity of the closed kinetic chain upper extremity stability test. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(4), 1071-1073.

MALINA, R. M.; ROGOL, A. D.; CUMMING, S. P.; COELHO E SILVA, M. J.; FIGUEIREDO, A. J. (2015). Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 852-859.

MCGILL, S. M.; CHILDS, A.; LIEBENSON, C. (1999). Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(8), 941-944.

MCLAINE, S. J.; GINN, K. A.; FELL, J. W.; BIRD, M. L. (2018). Isometric shoulder strength in young swimmers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(1), 35-39.

MOYA-RAMÓN, M.; JUAN-RECIO, C.; LOPEZ-PLAZA, D.; VERA-GARCIA, F. J. (2018). Dynamic trunk muscle endurance profile in adolescents aged 14-18: Normative values for age and gender differences. *Journal of Back Musculoskeletal Rehabilitation*, 31(1), 155-162.

MYERS, H.; POLETTI, M.; BUTLER, R. J. (2017). Difference in Functional Performance on the Upper-Quarter Y-Balance Test Between High School Baseball Players and Wrestlers. *Journal of Sport Rehabilitation*, 26(3), 253-259.

NEGRETE, R. J.; HANNEY, W. J.; KOLBER, M. J.; DAVIES, G. J.; RIEMANN, B. (2011). Can upper extremity functional tests predict the softball throw for distance: a predictive validity investigation. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 6(2), 104-111.

OKADA, T.; HUXEL, K. C.; NESSER, T. W. (2011). Relationship between core stability, functional movement, and performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 252-261.

OLDS, M.; COULTER, C.; MARANT, D.; UHL, T. (2019). Reliability of a shoulder arm return to sport test battery. *Physical Therapy in Sport*, 39, 16-22.

OLIVEIRA, V. M. A.; PITANGUI, A. C. R.; GOMES, M. R. A.; SILVA, H. A. D.; PASSOS, M. H. P. D.; ARAÚJO, R. C. (2017). Shoulder pain in adolescent athletes: prevalence, associated factors and its influence on upper limb function. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 21(2), 107-113.

OLIVER, G. D.; WASHINGTON, J. K.; BARFIELD, J. W.; GASCON, S. S.; GILMER, G. (2018). Quantitative Analysis of Proximal and Distal Kinetic Chain Musculature During Dynamic Exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(6), 1545-1553.

PINTO, I. C.; ARRUDA, I. K.; DINIZ, A. A. S.; CAVALCANTI, A. M. (2010). Prevalence of overweight and abdominal obesity according to anthropometric parameters and the association with sexual maturation in adolescent schoolchildren. *Cadernos de Saude Publica*, 26(9), 1727-1737.

POGETTI, L. S.; NAKAGAWA, T. H.; CONTEÇOTE, G. P.; CAMARGO, P. R. (2018). Core stability, shoulder peak torque and function in throwing athletes with and without shoulder pain. *Physical Therapy in Sport*, 34, 36-42.

PONTILLO, M.; SPINELLI, B. A.; SENNETT, B. J. (2014). Prediction of in-season shoulder injury from preseason testing in division I collegiate football players. *Sports Health*, 6(6), 497-503.

RICHMOND, S. A.; KANG, J.; EMERY, C. A. (2013). Is body mass index a risk factor for sort injury in adolescents? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(5), 401-405.

ROUSH, J. R.; KITAMURA, J.; WAITS, M. C. (2007). Reference Values for the Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST) for Collegiate Baseball Players. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 2(3), 159-163.

SACCOL, M. F.; GRACITELLI, G. C.; SILVA, R. T.; LAURINO, C. F. S.; FLEURY, A. M.; ANDRADE, M.S.; SILVA, A. C. (2010). Shoulder functional ratio in elite junior tennis players. *Physical Therapy in Sport*, 11, 8-11.

SMITH, A. J.; O'SULLIVAN, P. B.; CAMPBELL, A.; STRAKER, L. (2010). The relationship between back muscle endurance and physical, lifestyle, and psychological factors in adolescents. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(8), 517-523.

TAYLOR, J. B.; WRIGHT, A. A.; SMOLIGA, J. M.; DEPEW, J. T.; HEGEDUS, E. J. (2016). Upper-Extremity Physical-Performance Tests in College Athletes. *Journal of Sport Rehabilitation*, 25(2), 146-154.

TUCCI, H. T.; FELICIO, L. R.; MCQUADE, K. J.; BEVILAQUA-GROSSI, D.; CAMARINI, P. M.; OLIVEIRA, A. S. (2017). Biomechanical Analysis of the Closed Kinetic Chain Upper-Extremity Stability Test. *Journal of Sport Rehabilitation*, 26(1), 42-50.

WESTRICK, R. B.; MILLER, J. M.; CAROW, S. D.; GERBER, J. P. (2012). Exploration of the y-balance test for assessment of upper quarter closed kinetic chain performance. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(2), 139-147.

WHO Recommendations on Adolescent Health. *In*, 2017.

ZANCA, G. G.; SACCOL, M. F.; OLIVEIRA, A. B.; MATTIELLO, S. M. (2013). Shoulder internal and external rotations torque steadiness in overhead athletes with and without impingement symptoms. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(5), 433-437.

6. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, pode se concluir que:

- ✓ A avaliação da resistência dos músculos do tronco por vídeo é uma ferramenta confiável e válida para adolescentes, porém pela quantificação da mudança de posição do tronco é possível identificar alterações na postura decorrentes da dor e/ou fadiga;
- ✓ Atletas do sexo masculino apresentaram maior força isométrica dos músculos flexores laterais do tronco, da força isométrica dos rotadores do ombro e da potência do membro superior avaliada pelo CKCUEST;
- ✓ Apesar da importância da cadeia cinética para a otimização da função durante o arremesso, somente foi verificada a associação da resistência dos músculos extensores e flexores laterais do tronco ipsilaterais ao lado dominante e da força dos músculos rotadores laterais do ombro dominante com o desempenho funcional dos membros superiores no CKCUEST em arremessadores adolescentes.

REFERÊNCIAS

- BORSA, P. A.; LAUDNER, K. G.; SAUERS, E. L. Mobility and Stability Adaptations in the Shoulder of the Overhead Athlete: a Theoretical and Evidence-Based Perspective. **Sports Medicine**, v. 38, n. 1, p. 17-36, jan. 2008.
- COOLS, A. M. et al. Prevention of Shoulder Injuries in Overhead Athletes: A Science-Based Approach. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 19, n. 5, p. 331-339, set-out. 2014.
- ECKENRODE, B. J.; KELLEY, M. J.; KELLY, J. D. Anatomic and Biomechanical Fundamentals of the Thrower Shoulder. **Sports Medicine and Arthroscopy Review**, v. 20, n. 1, p. 2-10, mar. 2012.
- ESCAMILLA, R. F.; ANDREWS, J. R. Shoulder Muscle Recruitment Patterns and Related Biomechanics during Upper Extremity Sports. **Sports Medicine**, v. 39, n. 7, p. 569-590, jul. 2009.
- KELLER, R. A. et al. Glenohumeral Internal Rotation Deficit and Risk of Upper Extremity Injury in Overhead Athletes: A Meta-Analysis and Systematic Review. **Sports Health**, v. 10, n. 2, p. 125-132, jan. 2018.
- KIBLER, W. B. The Role of the Scapula in Athletic Shoulder Function. **American Journal of Sports Medicine**, v. 26, n. 2, p. 325-337, mar-abr. 1998.
- KIBLER, W. B. et al. Clinical Implications of Scapular Dyskinesia in Shoulder Injury: The 2013 Consensus Statement from the “Scapular Summit”. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 14, p. 877-885, set. 2013.
- KRAUSE, D. A. et al. Influence of Body Position on Shoulder and Trunk Activation During Resisted Isometric Shoulder External Rotation. **Sports Health**, v. 10, n. 4, p. 355-360, abr. 2018.
- MANSKE, R. et al. Glenohumeral Motion Deficits: Friend or Foe? **The International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 8, n. 5, p. 537-553, out. 2013.
- MLYNAREK, R. A.; LEE, S.; BEDI, A. Shoulder Injuries in the Overhead Throwing Athlete. **Hand Clinics**, v. 33, n. 1, p. 19-34, fev. 2017.
- ROACH, N. T. et al. Elastic Energy Storage in the Shoulder and the Evolution of High-Speed Throwing in *Homo*. **Nature**, v. 498, n. 7455, p. 483-486, jun. 2013.
- SACCOL, M. F. et al. Shoulder Rotator Strength and Torque Steadiness in Athletes With Anterior Shoulder Instability or SLAP Lesion. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 17, n. 5, p. 463-468, set. 2014.
- WILK, K. E. et al. The Advanced Throwers Ten Exercise Program: A New Exercise Series for Enhanced Dynamic Shoulder Control in the Overhead Throwing Athlete. **The Physician and Sportsmedicine**, v. 39, n. 4, p. 90-97, nov. 2011.


WILK, K. E. et al. Rehabilitation of the Overhead Throwing Athlete: There Is More to It Than Just External Rotation/Internal Rotation Strengthening. **PM&R: The Journal of Injury, Function and Rehabilitation**, v. 8, n. 3, p. S78-S90, mar. 2016.

WILK, K. E.; ARRIGO, C. Current Concepts in the Rehabilitation of the Athletic Shoulder. **The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 18, n. 1, p. 365-378, jul. 1993.

YAMAUCHI, T. et al. The Effect of Trunk Rotation During Shoulder Exercises on the Activity of the Scapular Muscle and Scapular Kinematics. **Journal of Shoulder and Elbow Surgery**, v. 24, n. 6, p. 955-964, jan. 2015.

ZAREMSKI, J. L.; WASSER, J. G.; VINCENT, H. K. Mechanisms and Treatments for Shoulder Injuries in Overhead Throwing Athletes. **Current Sports Medicine Reports**, v. 16, n. 3, p. 179-188, mai-jun. 2017.

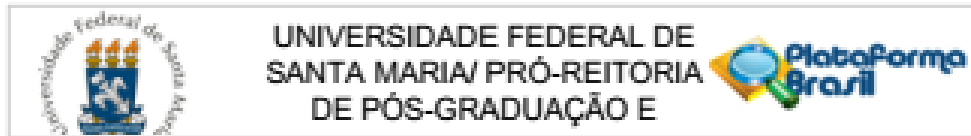
ANEXO 1- APROVAÇÃO NO GABINETE DE PROJETOS

	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - UFSM	Data/Hora: 05/12/2018 16:26 Autenticação: 1D13.6D57.1A58.DE67.497B.90B6.F293.3BA9 Consulte em http://www.ufsm.br/autenticacao
PROJETO NA ÍNTEGRA		
Título: Relação da estabilidade de tronco e membros inferiores nas disfunções do complexo do ombro		
Número: 040126	Classificação: Pesquisa	Registrado em: 14/04/2015
Situação: Em andamento	Início: 14/04/2015	Término: 20/12/2019
Avaliação: Avaliado		Última avaliação: 05/02/2018
Fundação: Não necessita contratar fundação		Número na fundação: Não se aplica
Supervisor financeiro: Não se aplica		
Proteção do conhecimento: Projeto não gera conhecimento passível de proteção		
Público alvo: 100	Público envolvido: 6	Tipo de público: Geral
Tipo de evento: Não se aplica	Carga Horária: Não se aplica	Alunos matriculados: Não se aplica
		Alunos concluintes: Não se aplica
Palavras-chave: dor de ombro, força muscular, estabilidade postural		
Resumo: As lesões do ombro são alterações frequentes em atletas que utilizam o membro superior determinando dor e incapacidade na prática da atividade esportiva. Para o tratamento dessas lesões, classicamente os estudos propõe a melhora na dor, ganho de mobilidade e fortalecimento do ombro e da cintura escapular. Mais recentemente, a utilização de exercícios para o tronco e membros inferiores tem sido recomendada. O princípio para a incorporação desse treinamento seria otimizar a cadeia cinética do arremesso, de forma a transmitir mais eficientemente a força desenvolvida nos membros inferiores e tronco para o membro superior no gesto esportivo. Entretanto, até o momento não foram realizados estudos investigando a relação entre as variáveis de membro inferior, tronco e membro superior em atletas com e sem lesão do ombro. O objetivo deste estudo é investigar a relação entre a estabilidade de tronco e membros inferiores com as alterações funcionais do cingulo do membro superior em atletas com e sem disfunções do complexo do ombro. Participarão do estudo 100 atletas de esportes que envolvam o membro superior (voleibol, handebol, basquetebol, tênis e natação), de ambos os sexos e com idade entre 18 a 35 anos. Os atletas devem estar treinando regularmente o esporte a pelo menos 2 anos e não apresentar lesões severas ou cirurgias prévias em ombro, coluna e/ou membros inferiores. A condição funcional do ombro será mensurada em relação a presença de sintomas (bloqueio, instabilidade/subluxação/falseio, estalidos e fraqueza), testes clínicos (teste de Neer, Jobe e Hawkins), dor (Penn Shoulder Score), função (módulo de esportes do questionário de Disfunções do ombro, braço e mão) e medidas de flexibilidade articular (déficits de rotação medial e amplitude total de rotação). A partir da positividade em pelo menos dois desses critérios, os atletas serão classificados como grupo com disfunção no ombro ou sem disfunção. Para avaliação da estabilidade de membro superior, inferior e o controle geral serão realizados os testes Close Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test, Star Excursion Balance Test e o Functional Movement Screen, respectivamente. Os testes de força de ombro (rotadores), e joelho (flexores e extensores) serão avaliados com dinamômetro manual portátil em posições padronizadas. Para a força do tronco, o teste de resistência do Core de McGill (McGill's Core Endurance Tests) será executado. A análise de variância será utilizada para comparar os resultados das variáveis de estabilidade e variáveis de força entre os grupos. Já a correlação das medidas nos grupos será feita por meio do teste de correlação de Pearson. Todos os testes serão realizados ao nível de significância de 5%.		
Observação:		

PARTICIPANTES							
MATRÍCULA	NOME	VÍNCULO	FUNÇÃO	BOLSA	C.H.*	INÍCIO	TÉRMINO
6379569	CARLOS BOLLI MOTA	Docente	Colaborador		2	14/04/2015	21/02/2017
1808473	MICHELE FORGIARINI SACCOL	Docente	Coordenador		5	14/04/2015	14/05/2017
6379569	CARLOS BOLLI MOTA	Docente	Colaborador		1	22/02/2017	14/04/2018
1808473	MICHELE FORGIARINI SACCOL	Docente	Coordenador		1	15/05/2017	20/12/2019
201410325	LUÍSA BONORA HUPPES	Aluno de Graduação	Participante		2	06/11/2017	14/04/2018
201770432	RAFAEL MARQUES FERRER	Aluno de Pós-graduação	Participante		2	05/12/2018	20/07/2019
* carga horária semanal							
UNIDADES VINCULADAS							
UNIDADE				FUNÇÃO	VALOR	INÍCIO	TÉRMINO
04.37.00.00.0.0 - DEPTO. FISIOTERAPIA E REABILITAÇÃO				Responsável		14/04/2015	20/12/2019
CLASSIFICAÇÕES							
TIPO DE CLASSIFICAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO						
Classificação CNPq	4.08.00.00-8 - FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL						
Linha de pesquisa	09.01.07 - ESPORTE						
Quanto ao tipo de projeto de pesquisa	2.01 - Projeto de Pesquisa Pura						
REGIÕES DE ATUAÇÃO							
CIDADE	UF			PAÍS			
Santa Maria	Rio Grande do Sul			Brasil	14/04/2015	20/12/2019	

ATIVIDADES				
ATIVIDADE	INÍCIO PREVISTO	INÍCIO EFETIVO	TÉRMINO PREVISTO	TÉRMINO EFETIVO
Submissão ao comitê de ética	14/04/2015	14/04/2015	31/05/2015	31/05/2015
Início dos testes piloto	01/06/2015	01/06/2015	30/06/2015	30/06/2015
Avaliação da confiabilidade dos testes piloto	01/07/2015	01/07/2015	31/08/2015	31/08/2015
Avaliação dos atletas e aplicação do protocolo do estudo	01/09/2015	01/09/2015	31/12/2017	31/12/2017
Contato e recrutamento dos atletas	01/09/2015	01/09/2015	31/12/2017	31/12/2017
Processamento e análise estatística dos dados coletados	01/01/2018	01/01/2018	31/03/2018	31/03/2018
Redação do artigo e submissão a periódico especializado	01/02/2018	01/02/2018	30/04/2018	30/04/2018
Relatório final	01/04/2018	01/04/2018	30/04/2018	30/04/2018

ANEXO 2- PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Relação da estabilidade de tronco e membros inferiores nas disfunções do complexo do ombro

Pesquisador: Michele Forgiarini Saccol

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 81118417.6.0000.5346

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.465.407

Apresentação do Projeto:

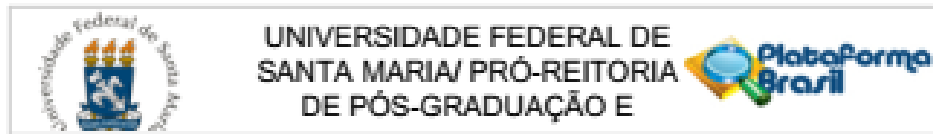
Projeto de pesquisa vinculado ao Departamento de Fisioterapia e Reabilitação da UFSM. Apresenta como objeto de estudo a relação entre as variáveis de membro inferior, tronco e membro superior em atletas com e sem lesão do ombro. Trata-se de um estudo de comparação entre grupos, um de atletas com disfunção do complexo do ombro, e outro de atletas sem disfunção do ombro, com 50 integrantes cada. Serão incluídos atletas de esportes que envolvam o membro superior, de ambos os sexos com idades entre 18 e 35 anos. Os atletas serão avaliados quanto a dados antropométricos, responderão questionário sociodemográfico, e para avaliação da condição do ombro do atleta e presença de sintomas, serão realizados testes clínicos, questionários funcionais e medidas de flexibilidade articular. Será realizada análise estatística dos dados.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo geral: investigar a relação entre a estabilidade de tronco e membros inferiores com as alterações funcionais do cingulo do membro superior em atletas com e sem disfunções do complexo do ombro.

Objetivos Específicos: - Avaliar a estabilidade e força dos membros inferiores, tronco e membro superior em atletas; - Comparar as variáveis de estabilidade e força dos segmentos em atletas com

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar
 Bairro: Camobi CEP: 97.105-970
 UF: RS Município: SANTA MARIA
 Telefone: (51)3220-9362 E-mail: cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 1.665.407

e sem quixa no complexo do ombro; - Correlacionar as medidas de estabilidade e força do membro inferior e tronco com as do membro superior de atletas com e sem quixa no complexo do ombro.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: o participante poderá sentir desconforto transitório leve ou cansaço devido aos testes de ombro ou para realizar os testes de estabilidade e força. Caso aconteça alguma intercorrência durante as avaliações ou após as mesmas, os responsáveis pelo projeto prestarão ajuda imediata no local com massagem e crioterapia e, em qualquer etapa do estudo, os atletas têm acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa.

Benefícios indiretos com a contribuição ao conhecimento científico.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

-

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta adequadamente os termos obrigatórios.

Recomendações:

Veja no site do CEP - <http://w3.ufsm.br/nucleodecomites/index.php/cep> - na aba "orientações gerais", modelos e orientações para apresentação dos documentos. **ACOMPANHE AS ORIENTAÇÕES DISPONÍVEIS, EVITE PENDÊNCIAS E AGILIZE A TRAMITAÇÃO DO SEU PROJETO.**

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

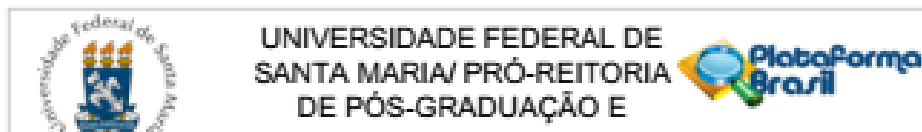
-

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P	12/12/2017		Acerto

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar
 Bairro: Camobi CEP: 97.105-970
 UF: RS Município: SANTA MARIA
 Telefone: (51)3235-8382 E-mail: cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 2466/2017

Básicas do Projeto	ETO_1027347.pdf	23:58:40		Assito
Outros	GAPcalendario.pdf	12/12/2017 23:58:20	Michela Fongiarini Saccol	Assito
Outros	GAP.pdf	12/12/2017 23:55:29	Michela Fongiarini Saccol	Assito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	26/11/2017 23:22:47	Michela Fongiarini Saccol	Assito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	26/11/2017 23:22:04	Michela Fongiarini Saccol	Assito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projotodetalhado.pdf	26/11/2017 23:17:49	Michela Fongiarini Saccol	Assito
Outros	JUSTIFICATIVACARIMBO.pdf	26/11/2017 23:17:24	Michela Fongiarini Saccol	Assito
Outros	URSM.pdf	26/11/2017 23:14:30	Michela Fongiarini Saccol	Assito
Outros	SOLDIERS.jpg	26/11/2017 23:14:17	Michela Fongiarini Saccol	Assito
Outros	HFSM.jpg	26/11/2017 23:13:24	Michela Fongiarini Saccol	Assito
Declaração de Pesquisadores	termo_de_confidencialidade.pdf	26/11/2017 23:12:36	Michela Fongiarini Saccol	Assito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracaoinfraestrutura.pdf	26/11/2017 23:12:25	Michela Fongiarini Saccol	Assito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SANTA MARIA, 11 de Janeiro de 2018

Assinado por:
CLAUDEMIR DE QUADROS
 (Coordenador)

Endereço: Av. Romão, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar
 Bairro: Camobi CEP: 97.105-970
 UF: RS Município: SANTA MARIA
 Telefone: (51)3220-9262 E-mail: cep.ufsm@gmail.com

APÊNDICE 1 – TERMO DE ASSENTIMENTO

Título do estudo: Associação do Desempenho Funcional de Membro Superior com a Força dos Rotadores do Ombro e com a Estabilidade do Tronco em Arremessadores Adolescentes.

Pesquisador responsável: Michele Forgiarini Saccol

Instituição/Departamento: Universidade Federal de Santa Maria/ Programa de Pós Graduação em Educação Física

Endereço postal completo: Avenida Roraima, 1000, prédio 51, sala 2032, 97105-900, Bairro Camobi, Santa Maria - RS.

Telefone e e-mail para contato: (55) 984253252 e ferrerk3@yahoo.com.br

Local da coleta de dados: Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Educação Física e Desporto, Laboratório de Biomecânica (LABIOMECC)

Eu, Michele Forgiarini Saccol, responsável pela pesquisa “Associação do Desempenho Funcional de Membro Superior com a Força dos Rotadores do Ombro e com a Estabilidade do Tronco em Arremessadores Adolescentes”, a convidamos a participar como voluntária deste estudo. Trata-se de um trabalho de mestrado a ser executado pelo fisioterapeuta Rafael Marques Ferrer e, com o objetivo principal de investigar a relação entre a estabilidade dinâmica do ombro, a força isométrica dos rotadores de ombro e a estabilidade do tronco em atletas arremessadores adolescentes. As adolescentes que irão participar dessa pesquisa junto com você terão de 15 a 18 anos de idade.

Será realizada uma avaliação na Universidade Federal de Santa Maria, em um laboratório de Biomecânica no Centro de Educação Física e Desportos. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. Seus pais permitiram que você participe dessa pesquisa.

Na avaliação você fará alguns testes, além disso serão realizadas algumas medidas, dentre elas, de peso e altura. Inicialmente você irá responder algumas perguntas sobre dor no ombro, funcionalidade (de realizar atividades nos treinos e jogos) e seu nível de atividade física/esportiva.

Depois um fisioterapeuta formado irá avaliar seu ombro e você será convidado realizar breves exercícios (em torno de 15 minutos), que serão ensinados e você estará acompanhado o tempo todo. Então começará a avaliação, onde primeiramente será medida a força de alguns

músculos do ombro, para isso você irá fazer força contra um equipamento que tem formato arredondado, este irá medir a quantidade de força que você consegue fazer, gerando algumas informações em números. Para finalizar, iremos avaliar o ombro em uma posição de flexão de braços, e também a força dos músculos do seu tronco em posições que vocês usam durante os treinamentos. Todos esses testes serão mostrados a você e poderão ser treinados.

Toda essa avaliação durará ao total em torno de 1 hora. Todos os materiais usados são seguros para você. Caso aconteça algo errado, durante as avaliações poderão ser: sentir-se envergonhada por estar na frente de outras pessoas (fisioterapeutas e educadores físicos), sentir algum desconforto no ombro ou na coluna vertebral na realização dos testes ou sentir cansaço físico ao final da avaliação. E você tem a liberdade de parar a qualquer momento se você não estiver gostando de alguma coisa.

Se for identificada qualquer lesão, mal-estar ou risco de vida, a pesquisadora irá telefonar aos seus pais para informar, além de telefonar ao SAMU ou então para algum plano de saúde que os seus pais tenham indicado.

Você também pode nos procurar pelo telefone (55) 984253252 ou pelo e-mail ferrerk3@yahoo.com.br do pesquisador Rafael Marques Ferrer. Mas há coisas boas que podem acontecer com sua participação, você vai ajudar o pesquisador a descobrir quais os melhores exercícios para serem realizados nos treinamentos de sua equipe e em outras do mesmo esporte que você pratica.

Além disso, esses testes não terão custo algum, e serão acompanhados por fisioterapeutas e educadores físicos. Seus pais também podem acompanhar a avaliação se eles quiserem. Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados em artigos científicos, mas sem identificar quem são os adolescentes que participaram da pesquisa. Se você tiver alguma dúvida, você pode me perguntar em qualquer momento.

Contato com o CEP: O que é o CEP? Um comitê de ética em pesquisa em seres humanos é integrado por um grupo de pessoas que trabalham para garantir que seus direitos como participante de pesquisa sejam respeitados. Ele tem a obrigação de avaliar se a pesquisa foi planejada e se está sendo executada de forma ética. Se você entender que a pesquisa não está sendo realizada da forma como imaginou ou que está sendo prejudicado de alguma forma, você pode entrar em contato com o CEP da UFSM: Av. Roraima, 1000 - 97105-900 -

Santa Maria - RS - 2º andar do prédio da Reitoria. Telefone: (55) 3220-9362 - E-mail: cep.ufsm@gmail.com. Caso prefira, você pode entrar em contato sem se identificar.

Certificado de Assentimento

Autorizo voluntariamente a participação do menor _____, idade _____, sabendo que os dados coletados estarão sob o resguardo científico e do sigilo profissional, e contribuirão para o alcance dos objetivos deste trabalho. Após ter sido esclarecimento sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito que minha filha participe.

Assinatura da adolescente:

Assinatura dos pais/responsáveis

Assinatura do pesquisador

Santa Maria, ___/___/_____

APÊNDICE 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do projeto: Associação do Desempenho Funcional de Membro Superior com a Força dos Rotadores do Ombro e com a Estabilidade do Tronco em Arremessadores Adolescentes

Pesquisadores responsáveis: Michele Forgiarini Saccol

Instituição: Universidade Federal de Santa Maria

Telefone celular dos pesquisadores para contato (inclusive a cobrar): (55) 99686-2165

Eu, Profa. Dra. Michele Forgiarini Saccol, responsável pela pesquisa “Associação do Desempenho Funcional de Membro Superior com a Força dos Rotadores do Ombro e com a Estabilidade do Tronco em Arremessadores Adolescentes” gostaria de convidá-lo a participar como voluntário deste nosso estudo.

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar a relação entre a estabilidade dinâmica do ombro com a força dos músculos rotadores do ombro e da estabilidade do tronco em atletas adolescentes que praticam esportes de arremesso. Essa avaliação se justifica, pois é fundamental verificarmos os fatores de risco que podem estar associados ao desenvolvimento de lesões do ombro. Por meio deste documento e a qualquer tempo você poderá solicitar esclarecimentos adicionais sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar. Também poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento, sem sofrer qualquer tipo de penalidade ou prejuízo.

Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra será arquivada pelo pesquisador responsável.

Sua participação nessa pesquisa consistirá em informar seus dados pessoais, seu nível competitivo e suas lesões. Em seguida, você será avaliado em relação a massa, estatura, estabilidade do ombro, tronco e membro superior. Esses testes serão realizados com você na posição de flexão de braços, deitado e sentado. Nos testes de estabilidade você irá tentar equilibrar o membro superior que estiver apoiado no solo, enquanto movimenta o outro membro, ou tentar o maior número de toques com a mão o mais rápido possível. Já para os testes musculares, você fará força contra um equipamento que será resistido por um dos pesquisadores ou precisará ficar em certas posições por maior tempo possível. Essa avaliação

ocorrerá em um turno e será realizada no Laboratório de Biomecânica do curso de Educação Física da UFSM.

Esperamos como benefícios deste estudo, a identificação de fatores que possivelmente estão associados ao desenvolvimento de dor crônica no ombro de arremessadores, e conseqüentemente, à redução de seu desempenho esportivo. Dessa forma, poderemos estabelecer um perfil musculoesquelético dessa população, e desenvolver, efetivamente, estratégias preventivas de quadros crônicos, tendo em vista a saúde dos atletas e a redução dos custos com lesões. Seu teste é importante para que você saiba as condições de seu equilíbrio e músculos, de forma que você receberá um relatório com esses valores.

O risco deste estudo é mínimo, pois durante os testes você poderá sentir um desconforto transitório leve ou cansaço devido ao esforço para fazer força e se manter na posição de apoio. Caso aconteça alguma intercorrência durante as suas avaliações ou após as mesmas, você terá direito à assistência gratuita e os responsáveis pelo projeto prestarão ajuda imediata no local com massagem e crioterapia. Você também poderá parar os exames a qualquer momento.

Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM: Av. Roraima, 1000 – 97105-900 – Santa Maria – RS - 2º andar do prédio da reitoria. Telefone: (55) 3220-9362 – Email: cep.ufsm@gmail.com

Durante todo o período da pesquisa você terá a possibilidade de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento. Para isso, entre em contato com algum dos pesquisadores ou com o Comitê de Ética em Pesquisa. O contato da Professora Michele Forgiarini Saccol no telefone (55) 99686-2165. Você pode ligar a cobrar para este número. O endereço de contato é Prédio 26, sala 2032, 4º andar do Centro de Ciências da Saúde da UFSM. Já do Comitê de Ética é Av. Roraima, 1000 - 97105-900 - Santa Maria - RS - 2º andar do prédio da Reitoria. Telefone: (55) 3220-9362 - E-mail: cep.ufsm@gmail.com.

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Os gastos necessários para a sua participação na pesquisa serão assumidos pelos pesquisadores como o deslocamento até o local da avaliação.

Você tem garantida a possibilidade de não aceitar participar ou de retirar sua permissão a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo pela sua decisão.

Seu nome e identidade serão mantidos em sigilo, e os dados da pesquisa serão armazenados pelo pesquisador responsável. Os resultados poderão ser divulgados em

publicações científicas como eventos, congressos e revistas, sem no entanto identificar seu nome ou qualquer informação relacionada a sua privacidade.

Os resultados dos seus testes serão entregues ao final das avaliações. Além desses resultados, você terá orientações em relação a exercícios para melhora da força, flexibilidade e controle do membro inferior e superior.

Autorização

Eu, _____, após a leitura ou a escuta da leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, estou suficientemente informado, ficando claro para que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade. Diante do exposto e de espontânea vontade, expresso minha concordância em participar deste estudo e assino este termo em duas vias, uma das quais foi-me entregue.

Assinatura do voluntário

Michele Forgiarini Saccol

CPF 971.418.010-49

Santa Maria, ____ de _____ de 201__.

Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM: Av. Roraima, 1000 – 97105-900 – Santa Maria – RS 2º andar do prédio da reitoria. Telefone: (55) 3220-9362 – Email: cep.ufsm@gmail.com

APÊNDICE 3 - FICHA DE AVALIAÇÃO

Data: _____ MODALIDADE: _____

Nome: _____ Telefone: _____

Email: _____

Data de Nascimento: _____ Idade: _____

Massa: _____ kg Estatura: _____ cm

Raça: () Branco () Negro () Pardo

Membro superior dominante: () Direito () Esquerdo

Membro inferior dominante: () Direito () Esquerdo

NÍVEL COMPETITIVO

Tempo de treinamento da modalidade (em anos): _____

Frequência de treino: _____ dias/semana

Tempo de treino: _____ horas/dia

Treino físico: _____ horas/dia Treino técnico: _____ horas/dia

Pratica outro esporte ou realiza outras atividades físicas: () não () sim

Qual? _____ Frequência semanal: _____

Praticou outro esporte antes com regularidade (2x/sem, no mínimo)?

Qual? _____

Por quanto tempo? _____

Já sofreu alguma lesão? () Sim () Não

Lesão durante: () Treino () Competição () Outros _____

Nos últimos 6 meses, teve alguma lesão? (1) Não (2) Sim

Lesão durante: (1) Treino (2) Competição (3) Outros _____

Articulação/segmento: _____

Tipo de Lesão: _____

Há quanto tempo foi essa lesão: _____

Tempo afastado do esporte: _____

AVALIAÇÃO FUNCIONAL DO OMBRO

1) SINTOMAS

Você já apresentou algum dos sintomas abaixo no ombro?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Dor | <input type="checkbox"/> Estalido |
| <input type="checkbox"/> Bloqueio | <input type="checkbox"/> <i>Dead arm</i> |
| <input type="checkbox"/> Instabilidade/Subluxação/Falseio | <input type="checkbox"/> Fraqueza |
| <input type="checkbox"/> Formigamento | <input type="checkbox"/> Outro _____ |

Em qual dos ombros? Dominante Não Dominante Ambos

Testes especiais	Direito	Esquerdo
Neer (Neer, 1972)		
Jobe (Jobe & Moynes, 1982)		
Hawkins (Hawkins & Kennedy, 1980)		

2) PENN SHOULDER SCORE

PONTUAÇÃO PSS-BRASIL PARA O OMBRO												
Parte I: Dor e Satisfação: Por favor, indique o número que mais se aproxima do seu nível de dor ou satisfação.												
											Uso Exclusivo	
Dor em repouso, com o braço parado ao lado do corpo:												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 (10 – Nº circulado)	
sem dor										pior dor possível		
Dor durante atividades normais (comer, vestir-se, banhar-se):												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 (10 – Nº circulado) <small>(marcar 0 se não se aplica)</small>	
sem dor										pior dor possível		
Dor durante atividades de esforço (alcançar, levantar, empurrar, puxar, jogar um objeto):												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 (10 – Nº circulado) <small>(marcar 0 se não se aplica)</small>	
sem dor										pior dor possível		
Pontuação para dor =										 / 30	
Qual a sua satisfação com o nível atual de função do seu ombro?												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 / 10 (Nº circulado)	
não satisfeito										muito satisfeito		

3) MÓDULO ESPORTES DASH

	Fácil	Pouco difícil	Dificuldade média	Muito difícil	Não consegui fazer
Uso de sua técnica habitual para tocar instrumento ou praticar esporte?	1	2	3	4	5
Tocar o instrumento ou praticar o esporte por causa de dor no braço, ombro ou mão?	1	2	3	4	5
Tocar seu instrumento ou praticar o esporte tão bem quanto você gostaria?	1	2	3	4	5
Usar a mesma quantidade de tempo tocando seu instrumento ou praticando o esporte?	1	2	3	4	5