

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE FISIOTERAPIA

Bianca Morais Biscotto Moreira
Daniele André de Oliveira

**ASSOCIAÇÃO ENTRE FORÇA MUSCULAR, EQUILÍBRIO, ALINHAMENTO DE
MEMBROS INFERIORES E AMPLITUDE DE DORSIFLEXÃO DO TORNOZELO
COM O DESEMPENHO NO Y BALANCE TEST**

JUIZ DE FORA
2018

BIANCA MORAIS BISCOTTO MOREIRA
DANIELE ANDRÉ DE OLIVEIRA

**ASSOCIAÇÃO ENTRE FORÇA MUSCULAR, EQUILÍBRIO, ALINHAMENTO DE
MEMBROS INFERIORES E AMPLITUDE DE DORSIFLEXÃO DO TORNOZELO
COM O DESEMPENHO NO Y BALANCE TEST**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade Fisioterapia da
Universidade Federal de Juiz de Fora
como requisito parcial a obtenção do título
de graduação em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Diogo C. Felício – UFJF

JUIZ DE FORA

2018

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Moreira, Bianca Morais Biscotto.

Associação entre força muscular, equilíbrio, alinhamento de membros inferiores e amplitude de dorsiflexão do tornozelo com desempenho no Y Balance Test / Bianca Morais Biscotto Moreira, Daniele André de Oliveira. – 2018

24 f. : il.

Orientador: Diogo Carvalho Felício

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Fisioterapia, 2018.

1.Equilíbrio. 2.Equilíbrio Postural. 3.Equilíbrio Musculoesquelético.

I. Oliveira, Daniele André de. II. Felício, Diogo Carvalho, orient. II.

Título.

Bianca Morais Biscotto Moreira

Daniele André de Oliveira

**“ASSOCIAÇÃO ENTRE FORÇA MUSCULAR,
EQUILÍBRIO, ALINHAMENTO DE MEMBROS
INFERIORES E AMPLITUDE DE DORSIFLEXÃO DO
TORNOZELO COM O DESEMPENHO NO Y BALANCE
TEST”**

O presente trabalho, apresentado como pré-requisito para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II, da Faculdade de Fisioterapia da UFJF, foi apresentado em audiência pública a banca examinadora e **aprovado** no dia 10 de julho de 2018.

BANCA EXAMINADORA:

Diogo C. Felício

Prof. Diogo Carvalho Felício

Natália Franco Netto Bittencourt

Natália Franco Netto Bittencourt

Barbara Palmeira Rossi

Prof^a. Bárbara Palmeira Rossi

AGRADECIMENTOS

Somos muito gratas pela oportunidade de trabalhar juntas, por ter uma à outra em momentos decisivos, pela competência na produção conjunta, pelo diálogo sempre presente e pelo enriquecimento tanto da amizade, quanto do trabalho;

Agradecemos ao Diogo, nosso orientador, por todo suporte oferecido. Cada reunião, discussão e correção nos incentivaram a buscar a excelência. Foi uma experiência acadêmica incrível e muito engrandecedora estar com um orientador de tamanha competência e tranquilidade;

Agradecemos à Bárbara e à Natália, nossa banca avaliadora, pela disponibilidade e pelas sugestões, que muito têm a acrescentar. E por serem exemplos a ser seguidos em nossa profissão;

Aos nossos mestres, presentes ao longo de nossa caminhada acadêmica, por todos os ensinamentos e participação em nossa formação;

Aos participantes de nossa coleta, voluntários e colegas envolvidos, principalmente à Poliana. Sem vocês nada disso seria possível;

Aos nossos familiares e amigos, parte essencial de nossas conquistas. Obrigada por ser nosso maior apoio em momentos difíceis, por todos os momentos bons que compartilhamos, pela compreensão e pelo amor.

RESUMO

Introdução: O *Y Balance Test* (YBT) é um teste funcional frequentemente utilizado na prática clínica e em pesquisas científicas. Trata-se de um teste rápido, acessível, com boas características psicométricas e com potencial de prever lesões. No entanto, pouco se sabe sobre quais são as principais variáveis físicas que interferem no desempenho do teste.

Objetivo: Investigar a associação entre a força muscular, equilíbrio, alinhamento de membros inferiores e amplitude de dorsiflexão de tornozelo com o desempenho no YBT. **Métodos:**

Trata-se de um estudo transversal, aprovado pelo Comitê de ética em Pesquisa da UFJF (parecer: 1.803.411 / 2016). A seleção da amostra foi por conveniência. Participaram da pesquisa indivíduos com idade entre 18 e 60 anos sem restrição de gênero. Foram excluídos participantes com autorrelato de queixa algica que inviabilizasse a execução dos testes. Foi realizado o YBT e posteriormente, de forma aleatória, foi mensurado a força muscular (extensores de joelho, flexores, extensores, abdutores e rotadores laterais do quadril, estabilização central), o equilíbrio estático (baropodometria), o alinhamento de membros inferiores (superfície plantar, rigidez passiva dos rotadores laterais do quadril, ângulo Q e alinhamento tibia-antepé) e a amplitude de dorsiflexão de tornozelo. Para verificar a correlação entre as variáveis foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson ou Spearman de acordo com a normalidade dos dados. A associação entre as variáveis dependentes e independentes foi determinada por um modelo de regressão linear, método *Stepwise*.

Resultados: Participaram da pesquisa 121 voluntários (242 avaliações). A média de idade foi de $36,0 \pm 9,4$ anos, IMC de $24,4 \pm 3,6$ kg/m², a maioria do sexo masculino (59,5%). A amplitude de dorsiflexão de tornozelo, a força muscular de abdutores do quadril e o equilíbrio, representado pela excursão do COP, explicaram 15,2% do desempenho no YBT. **Conclusão:** Múltiplos fatores inter-relacionados influenciam os resultados do YBT, no entanto, a dorsiflexão de tornozelo, a força dos abdutores do quadril e o equilíbrio estático desempenham uma importante contribuição e devem ser levados em consideração em programas preventivos de lesões e na construção de modelos complexos do movimento.

Palavras-Chave: Equilíbrio. Equilíbrio Postural. Equilíbrio Musculoesquelético.

ABSTRACT

Introduction: The Y Balance Test (YBT) is a functional test often used in clinical practice and in scientific research. It is a fast, accessible test, with good psychometric characteristics and potential to predict injury. However, little is known about which are the main physical variables that interfere in the performance of the test. **Objective:** To investigate the association between muscle strength, balance, lower limb alignment and ankle dorsiflexion range of motion with YBT performance. **Methods:** This is a cross-sectional study, approved by the Research Ethics Committee of UFJF (legal opinion: 1,803,411 / 2016). Sample selection was for convenience. Participants were individuals aged 18-60 years, without gender restriction. Participants with self-reported pain which make the tests not viable have been excluded. YBT was performed and then, randomly, muscle strength (knee extensors, flexors, extensors and hip lateral rotators, central stabilization), static balance (baropodometry), lower limb alignment (plantar surface, passive range of motion of hip internal rotation, Q angle and shank-forefoot alignment) and ankle dorsiflexion range of motion. To verify the correlation between the variables, the Pearson or Spearman correlation coefficient was used according to the normality of the data. The association between the dependent and independent variables was determined by a linear regression model, Stepwise method. **Results:** 121 volunteers participated in the study (242 evaluations). The mean age was 36.0 ± 9.4 years, BMI 24.4 ± 3.6 kg/m², the majority of males (59.5%). The ankle dorsiflexion range of motion, hip abductor muscle strength and balance, represented by the COP excursion, explained 15.2% of YBT performance. **Conclusion:** Multiple interrelated factors influence YBT results; however, ankle dorsiflexion, hip abductor strength and static balance play an important role and should be taken into account in injury prevention programs and in the construction of complex motion models.

Key Words: Balance. Postural Balance. Musculoskeletal Equilibrium.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. METODOLOGIA.....	8
2.1. Delineamento do estudo e aspectos éticos.....	8
2.2. Amostra.....	9
2.3. Instrumentos e Procedimentos.....	9
2.3.1. Y Balance Test.....	9
2.3.2. Análise de força muscular isométrica de membros inferiores.....	10
2.3.3. Análise para avaliação da estabilização central.....	13
2.3.4. Análise do equilíbrio estático.....	13
2.3.5. Avaliação do alinhamento dos membros inferiores.....	14
2.3.5.1 Área de superfície.....	14
2.3.5.2 Rigidez passiva dos rotadores laterais do quadril.....	14
2.3.5.3 Medida do ângulo.....	15
2.3.5.4 Alinhamento tibia-antepé.....	15
2.3.6 Teste para avaliação da amplitude de dorsiflexão de tornozelo.....	16
2.4. Análise estatística.....	17
3. RESULTADOS.....	17
4. DISCUSSÃO.....	19
5. CONCLUSÃO.....	21
6. REFERÊNCIAS.....	22

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2003, foi publicada a versão em português da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF). A adoção do modelo de funcionalidade e incapacidade humana possibilita ao fisioterapeuta considerar um perfil funcional específico para cada indivíduo. Um dos desafios da área de reabilitação é o entendimento de como estruturas do corpo repercutem na atividade e participação (CIF 2003).

Um teste funcional frequentemente utilizado na prática clínica e em pesquisas científicas é o *Y Balance Test* (YBT), trata-se de uma avaliação rápida, acessível e derivada da modificação do *Star Excursion Balance Test* (GONELL et al, 2015). O YBT adota apenas três direções, o que otimiza a viabilidade e objetividade na prática clínica (COUGHLAN et al, 2012), além de apresentar boa reprodutibilidade (PLISKY et al, 2006). Quando os resultados são assimétricos, com diferença maior que quatro centímetros entre os membros, sugere-se um desequilíbrio no sistema neuromuscular, o que pode predispor a lesões. (GONELL et al, 2015). Além disso, o déficit no alcance anterior sugere um risco de lesão 2,5 vezes maior (PLISKY et al, 2006) e índices compostos menores que 89,6% representam 3,5 vezes mais chance de injúria (BUTLER et al, 2013).

Apesar da complexidade do movimento humano, Plisky et al. (2006) sugerem que pesquisadores avaliem as estruturas do corpo que influenciam os resultados do *Y Balance Test* para que haja intervenções focais com otimização da resolutividade. Conjectura-se que o YBT sofra influência da força muscular, equilíbrio, alinhamento de membros inferiores e amplitude de movimento.

A força muscular parece ser uma importante variável na execução do YBT. Durante os alcances deve haver a co-contração dos extensores e flexores de joelho e quadril. Além disso, quanto mais flexionado estiver o tronco, maior é a ação excêntrica dos isquiossurais, que também são mais ativos nos alcances posteriores (LOCKIE et al, 2013). Também há uma correlação positiva da força de abdutores de quadril com resultados satisfatórios nas três direções (DALTON et al, 2011; CLAGG et al, 2015). Adicionalmente, destaca-se o papel dos rotadores laterais do quadril por minimizar padrões de movimentos indesejáveis (KIANIFARA et al, 2017).

Músculos estabilizadores da coluna vertebral também parecem contribuir de forma satisfatória no desempenho do teste, eles são a base da cadeia cinética responsável por facilitar a transferência do torque e da quantidade de movimento entre as extremidades superior e inferior (HUXEL BLIVEN e ANDERSON, 2013) e também são responsáveis por

minimizar padrões excessivos de rotação e inclinação do tronco (NESS et al, 2015). O comprometimento da estabilidade central cria uma base proximal instável, limitando o controle e o posicionamento da extremidade inferior (HUXEL BLIVEN e ANDERSON, 2013; WILLSON et al, 2005).

Outro fator associado a perturbações produzidas pelo movimento é o equilíbrio. Rabello et al. (2014) avaliaram a influência do equilíbrio nos resultados do YBT por meio de achados estabilométricos. Observaram que quanto maior a distância alcançada no teste, menores são os deslocamentos de Centro de Pressão (COP).

Postula-se que o alinhamento dos membros inferiores também possa influenciar os resultados do YBT. A baixa rigidez passiva do quadril ou o aumento do ângulo Q podem predispor a padrões de movimento indesejáveis, como o valgismo dinâmico do joelho, que dificulta os alcances. Adicionalmente, a presença de varismo excessivo no antepé pode alterar a superfície plantar, o comprimento dos membros inferiores, o torque articular e favorecer o padrão de adução e rotação medial do quadril em atividades em cadeia cinética fechada (BITTENCOURT et al, 2012).

Ademais, estudos prévios destacam o papel da amplitude de movimento (ADM) do tornozelo no desempenho do YBT. Limitações da ADM de dorsiflexão de tornozelo podem repercutir no equilíbrio e performance no YBT (BASNETT et al, 2013).

Múltiplos fatores inter-relacionados influenciam os resultados do YBT, indivíduos podem utilizar de diferentes estratégias durante os alcances (KINZEY e ARMSTRONG, 1998). Até o momento, os resultados são inconclusivos, estudos sobre o tema podem propiciar estratégias clínicas mais assertivas, prevenir lesões nos membros inferiores, além de otimizar o desempenho em atividades desportivas. Além disso, o presente estudo pode contribuir para elencar as melhores variáveis que poderiam compor uma rede de determinantes em sistemas complexos. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi investigar a associação entre a força muscular, equilíbrio, alinhamento de membros inferiores e amplitude de dorsiflexão de tornozelo com o desempenho no YBT.

2 METODOLOGIA

2.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO E ASPECTOS ÉTICOS

Trata-se de um estudo observacional, transversal, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com seres humanos da UFJF (Parecer: 1.803.411 / 2016). Os participantes receberam informações sobre os objetivos e procedimentos do estudo e os que consentiram assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

2.2 AMOSTRA

A seleção da amostra foi por conveniência. Participaram da pesquisa indivíduos com idade entre 18 e 60 anos sem restrição de gênero. Foram excluídos participantes com autorrelato de queixa algica que inviabilizasse a execução dos testes. O cálculo amostral foi desenvolvido considerando 10 casos para cada variável independente, como foram 12 variáveis independentes, foram necessários 120 participantes. (PEDUZZI et al, 1996).

2.3 INSTRUMENTO E PROCEDIMENTOS

Foram coletados dados de massa corporal, estatura e, a seguir, foi realizado o YBT. Posteriormente, de forma aleatória, foi mensurado a força muscular, o equilíbrio estático, o alinhamento de membros inferiores e a amplitude de dorsiflexão de tornozelo, descritos a seguir.

2.3.1 *Y Balance Test*

Para a realização do Y Balance Test foi utilizado um instrumento que contém uma base fixa de madeira com 5 cm de altura e três bases móveis nas direções anterior, pósteromedial e pósterolateral, as posteriores são separadas por um ângulo de 90° e separadas da anterior por um ângulo de 135°. Os participantes permaneceram em apoio unipodal e, com o membro inferior contralateral deslizaram a base móvel ao máximo alcance. Com intuito de familiarização, antes de iniciar a avaliação, os participantes assistiram um vídeo demonstrativo do teste e também realizaram seis ensaios em cada membro. Foram realizadas três medidas em cada direção, para cada membro inferior, o maior alcance foi utilizado para a composição do escore composto (PLISKY et al, 2009). Para calcular o escore composto foi dividido a soma da distância de alcance máximo nas direções anterior, pósteromedial e pósterolateral por três vezes o comprimento do membro do indivíduo e então multiplicado por 100 (FILIPA et al, 2010) (Figura 1).

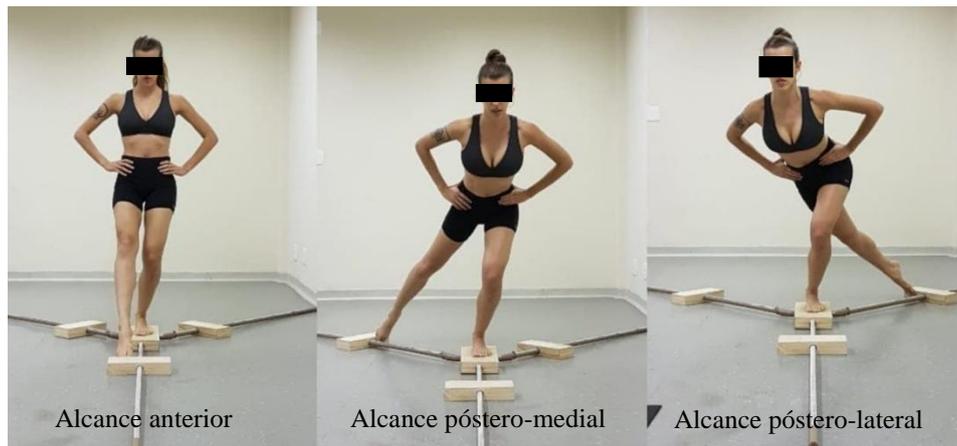


Figura 1: *Y Balance Test*.

2.3.2 Análise de força muscular isométrica de membros inferiores

Para avaliar a força muscular foi utilizado o dinamômetro manual Microfeet2[®] estabilizado por um aparato apoiado na parede (JACKSON et al, 2017). Os grupamentos musculares avaliados de forma isométrica foram extensores de joelho, flexores, extensores abdutores e rotadores laterais do quadril. Antes da avaliação de cada movimento, o examinador demonstrou ao participante a contração muscular a ser realizada e durante o teste. Os participantes foram encorajados por um comando verbal padronizado, durante cinco segundos. O procedimento foi realizado três vezes, intervalados por trinta segundos. Foi registrado o máximo valor alcançado em cada, e realizada a média (ALMEIDA, 2016; CHAMORRO et al, 2017). Abaixo estão descritos os posicionamentos dos participantes e do instrumento para cada grupamento (JACKSON et al, 2017).

Extensores de joelho: Participante sentado com os braços cruzados e mãos nos ombros, pernas pendentes com joelhos flexionados a 90°. Instrumento posicionado 5 cm acima da linha interarticular e na parte anterior da perna (Figura 2).



Figura 2: Avaliação da força muscular isométrica de extensores do joelho.

Flexores de quadril: Participante em decúbito lateral, com quadril e joelho estendido no membro avaliado e flexão de quadril e joelho a 90° do membro contralateral. Instrumento posicionado 5 cm a cima da linha interarticular na região anterior (Figura 3).



Figura3: Avaliação da força muscular isométrica de flexores de quadril.

Extensores de quadril: Participante em decúbito lateral, com quadril e joelho estendido no membro avaliado e flexão de quadril e joelho a 90° do membro contralateral. Instrumento posicionado 5 cm a cima da linha interarticular na região posterior (Figura 4).



Figura 4: Avaliação da força muscular isométrica de extensores de quadril.

Abdutores de quadril: Participante em decúbito dorsal, com os membros inferiores estendidos. Instrumento posicionado 5 cm acima do maléolo lateral (Figura 5).



Figura 5: Avaliação da força muscular isométrica de abdutores de quadril.

Rotadores laterais de quadril: Participante sentado com as pernas pendentes e os joelhos flexionados a 90° e mãos cruzadas na direção dos ombros. Instrumento posicionado 5 cm a cima do maléolo medial. (Figura 6)



Figura 6: Avaliação da força muscular isométrica de rotadores laterais de quadril.

2.3.3 Teste para avaliação da estabilização central

Para mensurar a estabilização central foi utilizada a prancha frontal. Na posição inicial, o participante permaneceu em decúbito ventral com os membros inferiores estendidos, pés juntos e cotovelos e ombros flexionados a 90°. Em seguida, foi solicitado para erguer o quadril do solo e manter o alinhamento. O teste foi cronometrado e encerrado quando o quadril retornasse ao solo (SCHELLENBERG et al, 2007) (Figura 7).



Figura 7: Avaliação da resistência dos estabilizadores centrais.

2.3.4 Análise do equilíbrio estático

Para mensurar o equilíbrio estático foi utilizado a Plataforma Modular Baropodométrica e de Análise de Marcha[®] (MPS Biomech). Sobre a plataforma, os participantes foram instruídos a adotar postura ortostática, descalços, com os braços relaxados ao longo do corpo, olhar reto para um ponto fixo durante um período de 30 segundos. A variável analisada foi o COP (mm) (SAITO et al, 2016) (Figura 8).



Figura 8: Avaliação do equilíbrio estático sobre a Plataforma Modular Baropodométrica e de Análise de Marcha[®].

2.3.5 Avaliação do alinhamento dos membros inferiores

Para investigar as variáveis que refletem o alinhamento dos membros inferiores foi mensurado a superfície plantar, rigidez passiva dos rotadores laterais do quadril, ângulo Q e alinhamento tibia-antepé, descritos a seguir.

2.3.5.1 Área de superfície plantar

Foi utilizado a Plataforma Modular Baropodométrica e de Análise de Marcha[®] (MPS Biomech), os procedimentos foram similares aos descritos para análise do COP (ALMEIDA et al, 2009) (Figura 8).

2.3.5.2 Rigidez passiva dos rotadores laterais do quadril

Para análise da rigidez passiva de rotadores laterais do quadril, o participante foi posicionado em decúbito ventral e com a pelve estabilizada por um cinto. O examinador de forma passiva, mantendo 90° de flexão do joelho, realizou cinco vezes rotação medial do quadril, a fim de permitir a acomodação do tecido viscoelástico. Em seguida, no ponto da primeira resistência encontrada, o avaliador posicionou o inclinômetro entre 5 e 15 cm abaixo da tuberosidade anterior da tibia e realizou, bilateralmente, três medidas. Foi utilizada a média das medidas (CARVALHAIS et al, 2011) (Figura 9).



Figura 9: Avaliação da rigidez passiva dos rotadores laterais de quadril.

2.3.5.3 Medida do Ângulo Q

Para aferir o ângulo Q, o participante permaneceu em postura ortostática, foram demarcados o ponto central da patela, da tuberosidade da tíbia e da espinha ilíaca ântero superior. O ângulo foi calculado com um goniômetro e formado entre as retas que passam pelo centro patelar e a tuberosidade da tíbia, e pelo centro patelar e a espinha ilíaca ântero superior (RAUH et al, 2007) (Figura 10).



Figura 10: Avaliação da medida do ângulo Q.

2.3.5.4 Alinhamento tíbia-antepé

Para avaliação do alinhamento tíbia-antepé, o voluntário foi posicionado em decúbito ventral com os pés para fora da maca. O avaliador estabeleceu o ponto médio entre os platôs tibiais, entre os maléolos e, através da palpação, determinou as extremidades laterais e mediais do ápice do calcâneo e dois pontos 1,5 cm distal a estas referências. Em seguida, foi traçada uma linha sobre a tíbia, unindo os pontos médios entre os platôs tibiais e os maléolos. Após as marcações, o avaliador fixou uma haste no antepé (região metatarso falangiana) por meio de uma faixa estabilizadora. O membro inferior foi posicionado de forma que o calcâneo estivesse direcionado para cima. Em seguida, com o auxílio de um goniômetro universal, o

avaliador posicionou o pé do participante a 90° de dorsiflexão de tornozelo, solicitou que o mesmo mantivesse ativamente essa posição. A avaliação consistiu em posicionar o braço fixo do goniômetro sobre a linha traçada na tíbia e o centro na altura do calcâneo, o braço móvel foi regulado até ficar paralelo à haste presa ao antepé, com o avaliador mantendo uma visão superior. Este último procedimento foi realizado três vezes e utilizado a média (BITTENCOURT et al, 2012) (Figura 11).



Figura 11: Avaliação do alinhamento tíbia-antepé.

2.3.6 Teste para avaliação da amplitude de dorsiflexão de tornozelo

Para mensurar a amplitude de dorsiflexão de tornozelo, o examinador realizou uma marcação a 15 cm do centro da tuberosidade da tíbia, onde o inclinômetro foi posicionado. O participante foi posicionado de pé e em seguida foi solicitado a realizar a máxima flexão dorsal do tornozelo sem retirar o calcâneo do chão. Foram realizadas três leituras e utilizado a média. (BENNEL et al,1998) (Figura 12).



Figura 12: Avaliação da ADM de dorsiflexão de tornozelo.

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a caracterização da amostra foi utilizada estatística descritiva, utilizando medidas de tendência central e dispersão. Para a análise da normalidade da distribuição dos dados foi utilizado o teste Kolmogorov-Smirnov. Para verificar a correlação entre as medidas foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson ou Spearman de acordo com a normalidade dos dados. A associação entre as variáveis dependentes (YBT) e independentes (força muscular, equilíbrio, alinhamento de MMII e ADM de dorsiflexão de tornozelo) foi determinada por um modelo de regressão linear, método *Stepwise*. Participantes com dados errados e/ou incompletos foram excluídos da análise. Para todas as análises foi considerado um nível de significância de 5%. As análises estatísticas foram processadas no programa StatisticalPackage for the Social Sciences (PASW Data Collection, version 17.0; SPSS, Chicago, IL, USA).

3 RESULTADOS

Participaram da pesquisa 121 voluntários, levando-se em consideração que as avaliações foram bilaterais, foram realizadas 242 avaliações. A média de idade foi de $36,0 \pm 9,4$ anos, IMC de $24,4 \pm 3,6$ kg/m², a maioria do sexo masculino (59,5%). Na tabela 1 está expressa a análise descritiva dos resultados.

Tabela 1: Análise descritiva das variáveis (n=242).

Variáveis	Média ± Desvio Padrão
Y teste composto (%)	93,4 ± 7,5
FM extensores joelho (Kgf)	30,0 ± 8,1
FM flexão quadril (kgf)	8,9 ± 2,7
FM extensão quadril (kgf)	11,6 ± 4,0
FM abdutores quadril (kgf)	12,9 ± 3,1
FM rotadores laterais quadril (kgf)	9,5 ± 3,5
Estabilização frontal (s)	89,2 ± 38,2
COP (mm)	107,4 ± 60,5
Superfície plantar (cm ²)	90,4 ± 16,5
Rigidez passiva quadril (°)	34,2 ± 10,6
Ângulo Q (°)	14,2 ± 4,7
TATA (°)	13,9 ± 6,3
Dorsiflexão (°)	43,2 ± 7,2

Legenda: FM = Força muscular; COP = Centro de Pressão; TATA = Testes Alinhamento Tíbia Antepé.

Na tabela 2, está demonstrada a correlação entre o escore composto do Y teste com as variáveis físicas.

Tabela 2: Análise de linearidade entre as variáveis (n=242).

Variáveis	Y teste composto (%)	
Extensores de joelho (Kgf)	P= 0.005*	r= 0.15
FM flexão quadril (kgf)	P= 0.005*	r= 0.18
FM extensão quadril (kgf)	P= 0.07	r= 0.11
FM abdutores quadril (kgf)	P= 0.002*	r= 0.20
FM rotadores laterais quadril (kgf)	P= 0.002*	r= 0.16
Estabilização frontal (s)	P= 0.25	r= 0.7
Superfície plantar (cm ²)	P= 0.81	r= 0.15
COP (mm)	P= 0.001*	r= -0.17
Rigidez passiva quadril (°)	P= 0.03*	r= 0.11

Ângulo Q ($^{\circ}$)	P= 0.91	r= 0.07
TATA ($^{\circ}$)	P= 0.46	r= -0.47
Dorsiflexão ($^{\circ}$)	P= <0.001*	r= 0.3

Legenda: FM = Força muscular; COP = Centro de Pressão; TATA = Testes Alinhamento Tíbia Antepé; * = P<.05.

A seguir, foi realizada a análise de regressão linear e as variáveis retidas no modelo foram a ADM de dorsiflexão de tornozelo, força muscular de abdutores do quadril e Centro de Pressão.

Tabela 3: Análise dos modelos de regressão linear (n=242).

Variáveis	R ²	R ² Ajustado	P
Modelo 1: Dorsiflexão	.074	.070	<0,001*
Modelo 2: Dorsiflexão + FM abdutores quadril	.139	.131	<0,001*
Modelo 3: Dorsiflexão+ FM abdutores quadril + COP	.162	.152	<0,001*

Legenda: FM = Força muscular; COP = Centro de Pressão; * = P<.05.

4 DISCUSSÃO

O presente estudo objetivou investigar a associação entre variáveis físicas e o desempenho no YBT. Nossos resultados demonstraram que a amplitude de dorsiflexão de tornozelo, a força muscular de abdutores do quadril e o equilíbrio, representado pela excursão do COP, explicaram 15,2% do desempenho no YBT.

A primeira variável retida no modelo de regressão linear foi a dorsiflexão de tornozelo. De forma separada ela explicou 7% do escore composto do YBT. Olmsted et al. (2002) verificaram que indivíduos com instabilidade crônica de tornozelo possuem alcances significativamente menores quando comparados com indivíduos não lesionados. Bittencourt et al, (2012) afirmaram que o alcance anterior exige maior flexão dorsal do tornozelo se comparado às outras direções.

Os achados da presente pesquisa concordam com dados da literatura que também sugerem um papel central da ADM de dorsiflexão de tornozelo no escore do YBT. Hoch et al. (2011) afirmaram que a ADM de dorsiflexão foi capaz de explicar 28% da distância de

alcance anterior. No entanto, Gribble e Hertel (2003) não encontraram relação entre ADM de dorsiflexão e performance no teste. Indivíduos que apresentam alguma restrição possivelmente utilizam de outras estratégias para realizar os alcances. O indivíduo pode adotar de diversas estratégias para o posicionamento do tronco e das articulações das extremidades superiores e inferiores para a execução do teste, o que justifica discrepância entre os estudos.

A segunda variável que compôs o modelo final de regressão foi a força muscular isométrica dos abdutores do quadril. De forma separada ela explicou 6,1% do desempenho no *Y Balance Test*. Os músculos abdutores do quadril são os principais estabilizadores da pelve durante tarefas dinâmicas de apoio unipodal. Trabalhos anteriores demonstraram importante atividade muscular do glúteo médio, mensurada por eletromiografia de superfície, nas direções anterior e póstero-medial (CLAGG et al, 2015; NORRIS e JACKSON, 2011). Clagg et al.(2015) afirmam que há uma associação positiva da força de abdutores de quadril e o alcance em todas as três direções do YBT. Fukuda et al. (2010) reiteram que a musculatura do quadril afeta diretamente o joelho. Os abdutores e rotadores laterais do quadril ajudam a controlar a rotação medial e adução do quadril durante atividades dinâmicas e, dessa forma, contribuem para resultados satisfatórios no YBT.

A terceira variável do modelo foi a estabilidade corporal, representada por meio do COP. De forma separada ela explicou 2,1% dos alcances do YBT. O deslocamento do Centro de Pressão é considerado um dos principais parâmetros de avaliação do controle postural (RABELLO et al, 2014). Nossos resultados vão ao encontro do estudo de Rabello et al. (2014), em que o desempenho do YBT apresentou correlação significativa e negativa com a área do COP ($r=-0.69$). Nesta perspectiva, Doherty et al. (2015), também associaram bons alcances com menores oscilações do COP.

Das variáveis que compuseram o modelo final, o COP foi o que apresentou menor percentual de contribuição. No estudo de Nakagawa e Hoffman (2004), os resultados demonstraram uma baixa correlação ($r = -.05$) entre a performance no YBT e a excursão total do COP. Os autores sugerem que os testes avaliam diferentes componentes do controle postural, o *Y Balance Test* é um teste dinâmico que necessita de capacidades proprioceptivas e de controle neuromuscular.

Monteiro et al. (2015) também encontraram baixa correlação dos resultados do escore do YBT com o Balance System (Biodex®) considerado padrão ouro para avaliação da estabilidade postural. Os autores sugerem que outras variáveis como ADM de tornozelo e

força muscular podem interferir na execução do YBT, o que corrobora os dados da presente pesquisa (DOHERTY et al, 2015 e MONTEIRO et al, 2015).

Dentre as variáveis independentes que não constituíram o modelo final de regressão, destacamos que houve uma correlação significativa entre a força dos extensores de joelho ($r=0,15$), flexores de quadril ($r =0,18$) e rotadores laterais do quadril ($r= 0,16$) com o resultado do YBT, o que confirma estudos prévios (CLEGG et al, 2015; EARL e HERTEL, 2001). Lockie et al. (2013) avaliaram o resultado do *Y Balance Test* com o resultado do teste de força de flexores e extensores de joelho no dinamômetro isocinético e afirmaram que indivíduos com maior estabilidade dinâmica tendem a exibir maior força nos membros inferiores. Os achados sugerem uma importante contribuição da força muscular de membros inferiores nos alcances do YBT.

Outra variável com resultado significativo foi a rigidez passiva de rotadores laterais do quadril. Na presente pesquisa, apresentou correlação significativa com o escore composto do YBT ($r=0,11$). A rigidez inadequada do quadril pode não absorver possíveis rotações do tronco e da pelve culminando em um aumento do ângulo de projeção frontal do joelho (BITTENCOURT et al, 2012). Recomendamos que as variáveis supracitadas também sejam investigadas em futuras pesquisas.

Como resultados insatisfatórios do YBT aumentam o risco de lesão (GONELL et al 2015; CHIMERA et al, 2015; PLISKY et al, 2006), do ponto de vista clínico, sugerimos que sejam rastreados a amplitude de dorsiflexão de tornozelo, a força muscular de abdutores de quadril e o equilíbrio, uma vez que, no presente estudo, explicaram 15,2% do desempenho no YBT. Quanto à pesquisa, sugerimos que as três supracitadas sejam levadas em consideração na construção de modelos complexos não lineares e que futuros estudos também investiguem a contribuição da musculatura intrínseca dos pés e a flexibilidade muscular. Dentre as limitações do nosso estudo destacamos as características da amostra, na sua maioria do sexo masculino e eutróficos, que limitam a validade externa.

5 CONCLUSÃO

Múltiplos fatores inter-relacionados influenciam os resultados do YBT, no entanto, a dorsiflexão de tornozelo, força dos abdutores do quadril e equilíbrio estático desempenham uma importante contribuição e devem ser levadas em consideração em programas preventivos de lesões e na construção de modelos complexos do movimento.

6 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Josiane S. et al. Comparação da pressão plantar e dos sintomas osteomusculares por meio do uso de palmilhas customizadas e pré-fabricadas no ambiente de trabalho. **Revista Brasileira de Fisioterapia** v. 13, n. 6, p. 542–548 , 2009.
- ALMEIDA, Gabriel Peixoto Leão et al. Q-angle in patellofemoral pain: relationship with dynamic knee valgus, hip abductor torque, pain and function. **Revista Brasileira de Ortopedia** (English Edition), v. 51, n. 2, p. 181-186, 2016.
- BASNETT, Curtis R. et al. Ankle dorsiflexion range of motion influences dynamic balance in individuals with chronic ankle instability. **International journal of sports physical therapy**, v. 8, n. 2, 2013.
- BENNELL, Kim et al. Intra-rater and inter-rater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. **Australian Journal of physiotherapy**, v. 44, n. 3, p. 175-180, 1998.
- BITTENCOURT, Natalia FN et al. Foot and hip contributions to high frontal plane knee projection angle in athletes: a classification and regression tree approach. **journal of orthopaedic& sports physical therapy**, v. 42, n. 12, p. 996-1004, 2012.
- BUTLER, Robert J. et al. Dynamic balance performance and noncontact lower extremity injury in college football players: an initial study. **Sports health**, v. 5, n. 5, p. 417-422, 2013.
- CHAMORRO, Claudio; Armijo-Olivo, Susan; De laFue, Carlos; et al. Absolute reliability and concurrent validity of hand held dynamometry and isokinetic dynamometry in the hip, knee and ankle joint: systematic review and meta-analysis. **Open Med.** 2017, v. 12, p. 359-375, 2017
- CHIMERA, Nicole J.; SMITH, Craig A.; WARREN, Meghan. Injury history, sex, and performance on the functional movement screen and Y balance test. **Journal of athletic training**, v. 50, n. 5, p. 475-485, 2015.
- CLAGG, Sarah et al. Performance on the modified star excursion balance test at the time of return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction. **Journal of orthopaedic& sports physical therapy**, v. 45, n. 6, p. 444-452, 2015.
- COUGHLAN, Garrett F. et al. A comparison between performance on selected directions of the star excursion balance test and the Y balance test. **Journal of athletic training**, v. 47, n. 4, p. 366-371, 2012.
- DALTON, Elizabeth C. et al. Neuromuscular changes after aerobic exercise in people with anterior cruciate ligament–reconstructed knees. 2011.
- DO CARMO CARVALHAIS, Viviane Otoni et al. Validity and reliability of clinical tests for assessing hip passive stiffness. **Manual Therapy**, v. 16, n. 3, p. 240-245, 2011.
- DOHERTY, Cailbhe et al. Laboratory measures of postural control during the star excursion balance test after acute first-time lateral ankle sprain. **Journal of athletic training**, v. 50, n. 6, p. 651-664, 2015.

EARL, Jennifer Erin; HERTEL, Jay. Lower-extremity muscle activation during the Star Excursion Balance Tests. **Journal of Sport Rehabilitation**, v. 10, n. 2, p. 93-104, 2001.

FILIPA, Alyson et al. Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes. **Journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 40, n. 9, p. 551-558, 2010.

FUKUDA, Thiago Yukio et al. Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial. **Journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 40, n. 11, p. 736-742, 2010.

GONELL, Alfonso Calvo; ROMERO, José Aurelio Pina; SOLER, Loreto Maciá. Relationship between the Y balance test scores and soft tissue injury incidence in a soccer team. **International journal of sports physical therapy**, v. 10, n. 7, p. 955, 2015.

GRIBBLE, Phillip A.; HERTEL, Jay. Considerations for normalizing measures of the Star Excursion Balance Test. **Measurement in physical education and exercise science**, v. 7, n. 2, p. 89-100, 2003.

HOCH, Matthew C.; STATON, Geoffrey S.; MCKEON, Patrick O. Dorsiflexion range of motion significantly influences dynamic balance. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 14, n. 1, p. 90-92, 2011.

HUXEL BLIVEN, Kellie C.; ANDERSON, Barton E. Core stability training for injury prevention. **Sports Health**, v. 5, n. 6, p. 514-522, 2013.

JACKSON, Steven M. et al. Intrarater reliability of hand held dynamometry in measuring lower extremity isometric strength using a portable stabilization device. **Musculoskeletal Science and Practice**, v. 27, p. 137-141, 2017.

KIANIFAR, Rezvan et al. Automated Assessment of Dynamic Knee Valgus and Risk of Knee Injury During the Single Leg Squat. **IEEE journal of translational engineering in health and medicine**, v. 5, p. 1-13, 2017.

KINZEY, Stephen J.; ARMSTRONG, Charles W. The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 27, n. 5, p. 356-360, 1998.

LOCKIE, Robert G. et al. The effects of isokinetic knee extensor and flexor strength on dynamic stability as measured by functional reaching. **Isokinetics and Exercise Science**, v. 21, n. 4, p. 301-309, 2013.

MONTEIRO, Isabel Oliveira. Validade do Y Balance Test com o Biodex Balance Test na avaliação da estabilidade postural dinâmica. **Anais da Jornada de Fisioterapia da UFC**, v. 4, n. 1, p. 44, 2015.

NAKAGAWA, Lyn; HOFFMAN, Mark. Performance in static, dynamic, and clinical tests of postural control in individuals with recurrent ankle sprains. **Journal of Sport Rehabilitation**, v. 13, n. 3, p. 255-268, 2004.

NESS, Brandon M. et al. Clinical observation and analysis of movement quality during performance on the star excursion balancetest. **International journal of sports physical therapy**, v. 10, n. 2, p. 168, 2015.

NORRIS, Beth; TRUDELLE-JACKSON, Elaine. Hip-and thigh-muscle activation during the star excursion balance test. **Journal of sport rehabilitation**, v. 20, n. 4, p. 428-441, 2011.

OLMSTED, Lauren C. et al. Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. **Journal of athletic training**, v. 37, n. 4, p. 501, 2002.

Organização Mundial da Saúde, CIF: Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde [Centro Colaborador da Organização Mundial da Saúde para a Família de Classificações Internacionais, org.; coordenação da tradução Cassia Maria Buchalla]. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP; 2003.

PEDUZZI, Peter et al. A simulation study of the number of events per variable in logistic regression analysis. **Journal of clinical epidemiology**, v. 49, n. 12, p. 1373-1379, 1996.

PLISKY, Phillip J. et al. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 36, n. 12, p. 911-919, 2006.

PLISKY, Phillip J. et al. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. **North American journal of sports physical therapy: NAJSPT**, v. 4, n. 2, p. 92, 2009.

RABELLO, Lucas Maciel et al. Relação entre testes funcionais e plataforma de força nas medidas de equilíbrio em atletas. **Rev. bras. med. esporte**, v. 20, n. 3, p. 219-222, 2014.

RAUH, Mitchell J. et al. Quadriceps angle and risk of injury among high school cross-country runners. **journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 37, n. 12, p. 725-733, 2007.

SAITO, André Kenzo et al. Oscillation of plantar pressure center in athletes and non-athletes with and without ankle sprains. **Revista brasileira de ortopedia**, v. 51, n. 4, p. 437-443, 2016.

SCHELLENBERG, Kerri L. et al. A clinical tool for office assessment of lumbar spine stabilization endurance: prone and supine bridge maneuvers. **American journal of physical medicine & rehabilitation**, v. 86, n. 5, p. 380-386, 2007.

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