

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO DE FISIOTERAPIA**

EDUARDA SANTOS TULIUS

**RELAÇÃO ENTRE A RIGIDEZ ARTICULAR DO TORNOZELO E O
DESEMPENHO DE ATLETAS DE FUTSAL EM TESTES CLÍNICOS**

**Uruguiana
2023**

EDUARDA SANTOS TULIUS

**RELAÇÃO ENTRE A RIGIDEZ ARTICULAR DO TORNOZELO E O
DESEMPENHO DE ATLETAS DE FUTSAL EM TESTES CLÍNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Pivetta Carpes

Coorientadora: Msc. Inaê de Oliveira Marcelo

**Uruguaiiana
2023**

REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIA E MOVIMENTO

RELAÇÃO ENTRE A RIGIDEZ ARTICULAR DO TORNOZELO E O DESEMPENHO DE ATLETAS DE FUTSAL EM TESTES CLÍNICOS

Eduarda Santos Tulus¹, Inaê de Oliveira Marcelo^{1,2}, Vitória de Pereira Ferreira¹, Felipe P
Carpes^{1,2}

¹ Grupo de Pesquisa em Neuromecânica Aplicada, Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, RS, Brazil.

² Programa de Pós-Graduação Multicêntrico em Ciências Fisiológicas, Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, RS, Brazil.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil CAPES e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq.

* Autor correspondente

Dr. Felipe P Carpes

Universidade Federal do Pampa – Laboratório de Neuromecânica

97500-970, Uruguaiana, RS, Brazil

Contato: +55 55 3911 0225

e-mail: carpes@unipampa.edu.br

RESUMO

Vários testes funcionais usados na prática de avaliação clínica da fisioterapia esportiva são discutidos como dependentes da rigidez articular do tornozelo. Contudo, não é claro se essa relação de fato existe. Neste estudo verificamos se atletas de futsal mostram relação entre a rigidez articular do tornozelo na aterrissagem de saltos e o desempenho em testes de avaliação clínica. Vinte e quatro atletas do sexo masculino de futsal profissional realizaram os testes clínicos de Lunge Test, Star Excursion Balance Test Modificado (SEBTm), Side Hop Test e Teste de Tempo para Estabilização, e tiveram a cinemática e cinética 3D de saltos do tipo drop landing unilateral capturadas. Com base nos dados cinemáticos e cinéticos a rigidez do tornozelo no plano sagital foi determinada para aterrissagens com a perna preferida e não-preferida para chutar uma bola. A análise estatística foi realizada através do teste de Shapiro Wilk, seguido de teste de correlação de Spearman para identificar correlações entre a rigidez articular mensurada no salto e a mobilidade do tornozelo no Lunge teste com os demais testes de avaliação clínica. Tanto a rigidez do tornozelo na aterrissagem com a perna preferida, quanto com a perna não-preferida não tiveram correlação significativa com os resultados dos testes funcionais. A mobilidade do tornozelo avaliada pelo Lunge teste mostrou uma correlação positiva com o SEBTm anterior ($\rho = 0,70$, $p < 0,01$). Concluímos que o desempenho nos testes de avaliação clínica não tem correlação com a rigidez articular do tornozelo em atletas de futsal.

Palavras chave: mobilidade articular, lesões de tornozelo, momento articular, avaliação funcional, biomecânica.

RELATIONSHIP BETWEEN ANKLE JOINT STIFFNESS AND THE PERFORMANCE OF FUTSAL ATHLETES IN CLINICAL TESTS

ABSTRACT

Several functional tests used in the clinical assessment practice of sports physiotherapy are discussed as being dependent on ankle joint stiffness. However, it is not clear if this relationship actually exists. In this study, we investigated whether futsal athletes show a relationship between ankle joint stiffness during jump landings and performance in clinical assessment tests. Twenty-four male professional futsal athletes performed clinical tests, including the Lunge Test, Modified Star Excursion Balance Test (SEBTm), Side Hop Test, and Time to Stabilization Test. The 3D kinematics and kinetics of unilateral drop landings were captured. Based on the kinematic and kinetic data, ankle stiffness in the sagittal plane was determined for landings with the preferred and non-preferred leg for kicking a ball. Statistical analysis was performed using the Shapiro-Wilk test, followed by Spearman correlation to identify correlations between measured ankle joint stiffness in the jump and ankle mobility in the Lunge test with other clinical assessment tests. Both ankle stiffness in landings with the preferred and non-preferred leg showed no significant correlation with the results of functional tests. Ankle mobility assessed by the Lunge test showed a positive correlation with anterior SEBTm ($\rho = 0.70$, $p < 0.01$). We concluded that performance in clinical assessment tests is not correlated with ankle joint stiffness in futsal athletes.

Keywords: articular mobility, ankle injuries, joint moment, functional testing, biomechanics.

1 INTRODUÇÃO

A maior incidência de lesões no futsal é observada nos membros inferiores (1), principalmente no complexo articular do tornozelo (2) e durante a aterrissagem de saltos (3). Saltos e aterrissagens geram uma grande demanda de controle motor, exigindo uma série de ações compensatórias para a estabilidade na aterrissagem. Para isso, a mobilidade e a rigidez de tornozelo no plano sagital são importantes para permitir o movimento de dorsiflexão que ajuda na absorção de impacto (4). Isto porque uma menor dorsiflexão será acompanhada de menor flexão de joelho e quadril (5), limitando a capacidade do joelho e quadril auxiliarem na absorção de impacto (6). Além disso, destaca-se a interação do movimento de flexão dorsal com o valgo dinâmico excessivo do joelho (7). Vale ressaltar que a flexão dorsal ocorre no plano sagital, e portanto, a redução de movimento nesse plano, pode induzir também compensações no plano frontal e transversal, levando, por exemplo, a maior rotação da tibia (8) ou pronação dinâmica do tornozelo (9).

Um fator que pode limitar a contribuição do tornozelo para o desempenho de aterrissagens é a rigidez articular. Uma maior rigidez pode limitar a continuação da deformação ou deslocamento ocasionados pela ação de uma força externa (10). Considerando que rigidez representa a resistência de um material à deformação (11), faz sentido pensar que se existe maior resistência ao movimento articular, isso pode ser resultado de uma maior rigidez na articulação. Ainda que essa rigidez possa ter origem nos diferentes tecidos, como os tendões, uma forma genérica de estimar a rigidez de uma articulação é pela razão entre a mudança na magnitude do momento articular e o deslocamento angular da articulação (12). Contudo, o termo rigidez é amplo, e por isso vários estudos acabam investigando aspectos mais pontuais da rigidez, como por exemplo, como a rigidez de um segmento ou região corporal pode se relacionar com desempenho motor e eventuais riscos de lesão, bem como auxiliar o adequado controle neuromuscular em tarefas de aterrissagem (13).

Muitas das características de movimentos e fatores de risco para lesões em esportes com salto podem também ser estimadas por testes clínicos. Estes testes permitem avaliar, por exemplo, a estabilidade na aterrissagem de saltos (14), a força muscular (15) e a estabilidade das articulações (16). Em um estudo recente com atletas de futsal, foi relatado que a mobilidade do tornozelo medida com o teste de Lunge tem correlação com a estabilidade dinâmica avaliada principalmente pelo componente anterior do SEBT (17). No entanto, as correlações relatadas nesse estudo foram baixas para a perna preferida ($r = 0,27$) e não-preferida ($r = 0,51$). Sendo assim, não é evidente se de fato uma menor rigidez de tornozelo, que permitiria maior mobilidade no teste de Lunge, por exemplo, tem associação com o desempenho em testes clínicos. Isso se torna particularmente importante no caso de atletas de futsal, nos quais as lesões no tornozelo são muito prevalentes (2). Por isso, neste estudo verificamos a relação entre a rigidez articular do tornozelo na aterrissagem de saltos e o desempenho em testes clínicos na avaliação de atletas de futsal. A nossa hipótese principal é de que se a mobilidade do tornozelo determina o desempenho em algum teste funcional, a rigidez articular do tornozelo vai apresentar correlação com desempenho de atletas de futsal em testes clínicos. Contudo, essa correlação não necessariamente será direta.

2 MÉTODOS

2.1 Participantes e desenho experimental

Para este estudo observacional o recrutamento dos atletas envolveu a divulgação do estudo para uma equipe multidisciplinar atuando em um time de futsal profissional. Foram incluídos os atletas de futsal profissionais do sexo masculino que praticavam a modalidade esportiva por pelo menos um ano de maneira ininterrupta, sem lesões ligamentares prévias graves em membros inferiores e/ou problemas musculoesqueléticos que poderiam afetar a realização dos testes. Caso o participante apresentasse dor durante a realização dos protocolos ou não

conseguisse completar todas as avaliações, ele era excluído do estudo. Ao aceitar participar do estudo, os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Esse estudo foi aprovado pelo comitê de ética institucional local.

Em uma única visita ao laboratório, os participantes realizaram testes clínicos e avaliações biomecânicas de saltos e aterrissagens. No primeiro momento da avaliação, os participantes responderam um questionário de anamnese, contendo informações dos seus dados pessoais, histórico de doenças pregressas e atuais e detalhes sobre a sua prática esportiva. Foi aplicado o questionário LEFS (*Lower Extremity Functional Scale*) para quantificar a função dos membros inferior (18) e a escala de Tegner para determinar o nível de atividade física (19). A preferência lateral de membros inferiores foi determinada pela perna que o participante preferia para chutar uma bola em direção a um alvo.

2.2 Testes clínicos

Para a avaliação clínica, foram realizados os seguintes testes funcionais: teste de Lunge, *Star Excursion Balance Test* Modificado (SEBTm), *Side Hop Test*, e teste de tempo para estabilização. Todos os testes foram realizados com ambas as pernas, sendo a perna de início dos testes randomizada em blocos de 10 pelo site random.org. Os participantes receberam estímulos verbais e demonstrações visuais de como realizar cada um dos testes, realizando 3 tentativas de familiarização antes do início da avaliação.

2.3 Lunge

A amplitude máxima de dorsiflexão do tornozelo foi avaliada através do teste de Lunge (20). Para a medida com uma fita métrica posicionada no solo, o participante devia posicionar o hálux da perna testada sob a fita métrica à 10 cm da parede. O participante era instruído a realizar o movimento de flexão dorsal a fim de tocar o joelho na parede, sem que o calcanhar levantasse

do chão. A distância era ajustada em 1 cm para mais ou para menos, a fim de encontrar a maior distância do hálux até a parede. Foi avaliada uma tentativa máxima para cada membro.

2.4 Star Excursion Balance Test Modificado (SEBTm)

O *Star Excursion Balance Test Modificado* (SEBTm) foi utilizado para avaliar a distância máxima alcançada pelo atleta nas direções anterior, póstero-lateral e póstero-medial (21). Foram posicionadas três fitas métricas no solo em formato de “Y”, onde o participante partia de uma posição inicial com o pé da perna testada no centro da junção das três fitas; A ordem das direções em que o participante iria realizar o teste foi randomizada em blocos de 10 pelo site random.org. Os atletas foram instruídos a realizar um alcance com a ponta do pé da perna não avaliada, até a maior distância que conseguisse da fita métrica, com as mãos posicionadas na cintura. A tentativa era considerada inválida quando o participante retirava as mãos da cintura, perdia o equilíbrio ou realizava descarga de peso ao realizar o alcance na fita métrica. Foram realizadas quatro tentativas de familiarização. Foram consideradas três tentativas válidas para cada membro inferior, sendo utilizadas cada uma delas na análise.

2.5 Side hop test

O *side hop test* foi realizado para avaliar a agilidade unipodal dos atletas (22). O teste foi realizado utilizando duas fitas demarcando um espaço de 30 cm entre elas, onde o participante deveria realizar saltos unipodais lateralmente passando pela marcação das fitas no solo. O participante era instruído a realizar dez saltos unipodais o mais rápido possível, podendo manter os membros superiores livres e adotando a estratégia que achasse melhor para realizar o teste. A tentativa era considerada inválida quando o participante pisava na marcação da distância que deveria realizar os saltos ou apoiava a perna contralateral no chão durante os saltos. Os participantes realizaram três tentativas de familiarização para ambas as pernas. Houve um

tempo de descanso de 1 minuto entre cada tentativa. Foram utilizadas para análise, todas as tentativas válidas, sendo três tentativas para cada membro inferior.

2.6 Tempo para estabilização

O teste tempo para estabilização (TTS) foi realizado para determinar o tempo de estabilização dos atletas em uma tarefa de aterrissagem unipodal (23). O teste foi realizado utilizando uma caixa com 20 cm de altura, posicionada a 10 cm de distância da plataforma de força. Os participantes eram instruídos a subir na caixa, manter as mãos na cintura, deslocar um dos membros inferiores a frente e realizar uma queda em apoio unilateral, aterrissando em uma plataforma de força (OR6-2000, AMTI Inc., Watertown, MA, EUA) operando a uma frequência de aquisição de 2000 Hz. Foi solicitado que o atleta mantivesse essa postura por pelo menos 10 segundos. Foram permitidas tentativas de familiarização com o teste após instruções verbais e visuais. A tentativa era considerada inválida caso o participante retirasse as mãos da cintura, encostasse a perna contralateral no solo ou perdesse o equilíbrio. Foram realizadas três tentativas válidas para ambas as pernas avaliadas e todas as tentativas foram incluídas na análise. O TTS foi determinado pelo tempo desde a aterrissagem até a oscilação da componente vertical da força de reação do solo ser menor que 2,5% acima e abaixo do peso corporal. Os atletas utilizaram seus próprios tênis esportivos para a realização dos saltos e foram feitas três tentativas válidas de cada salto para cada perna avaliada.

2.7 Avaliação da rigidez articular

Para avaliar a rigidez articular foram utilizadas duas plataformas de força (OR6-2000, AMTI Inc., Watertown, MA, EUA) operando a uma frequência de aquisição de 2000 Hz, instaladas a nível do solo, em sincronia com um sistema de análise de captura de movimento 3D com 15 câmeras infravermelha (Bonita, B10, VICON Motion Systems, Oxford, Reino Unido) com

frequência de aquisição de 200 Hz. Marcadores de referência reflexivos e esféricos de 14 mm foram posicionados em superfícies ósseas de acordo com um modelo adaptado Plug-in Gait Full-Body Funcional. Os marcadores foram posicionados sempre pelo mesmo avaliador, em 27 referências anatômicas, sendo estes: acrômio, clavícula, esterno, C7, T12, centro da escápula direita, espinhas ilíacas anterossuperiores e posteriores, coxa lateral, coxa anterior, epicôndilo femoral lateral, tuberosidade anterior da tíbia, tíbia lateral, calcâneo, maléolo lateral e segundo metatarso, para ambos os lados do corpo. Os atletas foram instruídos a realizar três drop landings unilaterais, de cima de uma caixa de 20 cm de altura, aterrissando sobre uma plataforma de força e imediatamente após realizando um salto contramovimento e aterrissando novamente. Para a execução dos saltos, os participantes receberam demonstrações visuais e verbais de como deveriam realizar essa tarefa. Os atletas utilizaram seus próprios tênis esportivos para a realização dos saltos e foram feitas três tentativas válidas de cada salto para cada perna avaliada. A tentativa era considerada inválida se o participante perdesse o equilíbrio após a aterrissagem ou retirasse as mãos da cintura. Foram determinadas os ângulos e momentos articulares do tornozelo no plano sagital através da dinâmica inversa. A rigidez articular foi avaliada durante a fase de aterrissagem dos saltos, considerando a janela de tempo entre o instante do contato inicial até o instante de máxima dorsiflexão do tornozelo da primeira aterrissagem, antes do salto com contramovimento. O evento de contato inicial definiu a fase de aterrissagem. Foi definido por um aumento de 20 N na força de reação do solo vertical. Sinais brutos de força de reação do solo foram usados para determinar os valores de pico. Os dados cinemáticos e cinéticos foram filtrados por um filtro passa-baixa *Butterworth* de 4ª ordem, com atraso zero e frequência de corte de 7 Hz. A razão entre a mudança no momento articular (ΔM) dividida pela mudança no ângulo articular ($\Delta \Theta$) foi utilizada para definir a rigidez da articulação do tornozelo (12), conforme descreve a equação 1.

$$k_{torn} = \int_{CI}^{MFD} \frac{\Delta M_{torn}}{\Delta \theta_{torn}} \quad (1)$$

Onde k_{torn} é a rigidez do tornozelo considerando a mudança no momento articular do tornozelo (ΔM_{torn}) e a flexão dorsal ($\Delta \theta_{torn}$) no intervalo entre o contato inicial (CI) e máxima flexão dorsal (MFD) do tornozelo.

2.8 Análise Estatística

A relação entre a rigidez articular de tornozelo na aterrissagem, a mobilidade de tornozelo no teste de Lunge e o desempenho em testes clínicos em atletas de futsal foi analisada através de um teste de correlação. A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro Wilk, seguido de teste de correlação de Spearman. Todos os testes foram realizados utilizando um pacote estatístico comercial (SPSS 25.0, IBM Corp., Armonk, EUA) e considerando um nível de significância de 0,05.

4 RESULTADOS

Participaram deste estudo 24 atletas de futsal do sexo masculino, apresentados na tabela 1. O nível de atividade física dos participantes avaliado pela escala de Tegner foi de 9.0 ± 0.0 (score) e a função dos membros inferiores quantificada pelo teste de LEFS com pontuação média de 78.25 ± 2.36 . Os dados cinéticos e cinemáticos de dois participantes foram excluídos devido a problemas de processamento de sinal. Foram utilizadas 76 tentativas na análise dos dados, sendo três tentativas válidas de cada teste, de cada um dos participantes.

Tabela 1. Características dos atletas. Dados apresentados como média \pm DP ou número absoluto.

Características	n = 24
Idade (anos)	23.9 ± 5.1
Peso Corporal (kg)	75.7 ± 8.3
Altura (m)	1.74 ± 6.1
Tegner Physical Activity Level (score)	9.0 ± 0.0
Lower Extremity Functional Scale (score)	78.25 ± 2.3
Preferência membro direito	13
Preferência membro esquerdo	11

A rigidez articular nas aterrissagens com a perna preferida não mostrou correlação com o desempenho nos testes de Lunge ($p = 0.069$ e $\rho = -0,385$, Figura 1A), SEBT Anterior ($p = 0.875$ e $\rho = -0,019$, Figura 1B), SEBT Pósteromedial ($p = 0.934$ e $\rho = 0,010$, Figura 1C), SEBT Pósterolateral ($p = 0.118$ e $\rho = 0,191$ Figura 1D), *side hop* ($p = 0.166$ e $\rho = -0,170$, Figura 1E) e tempo para estabilização ($p = 0.110$ e $\rho = 0,197$ Figura 1F).

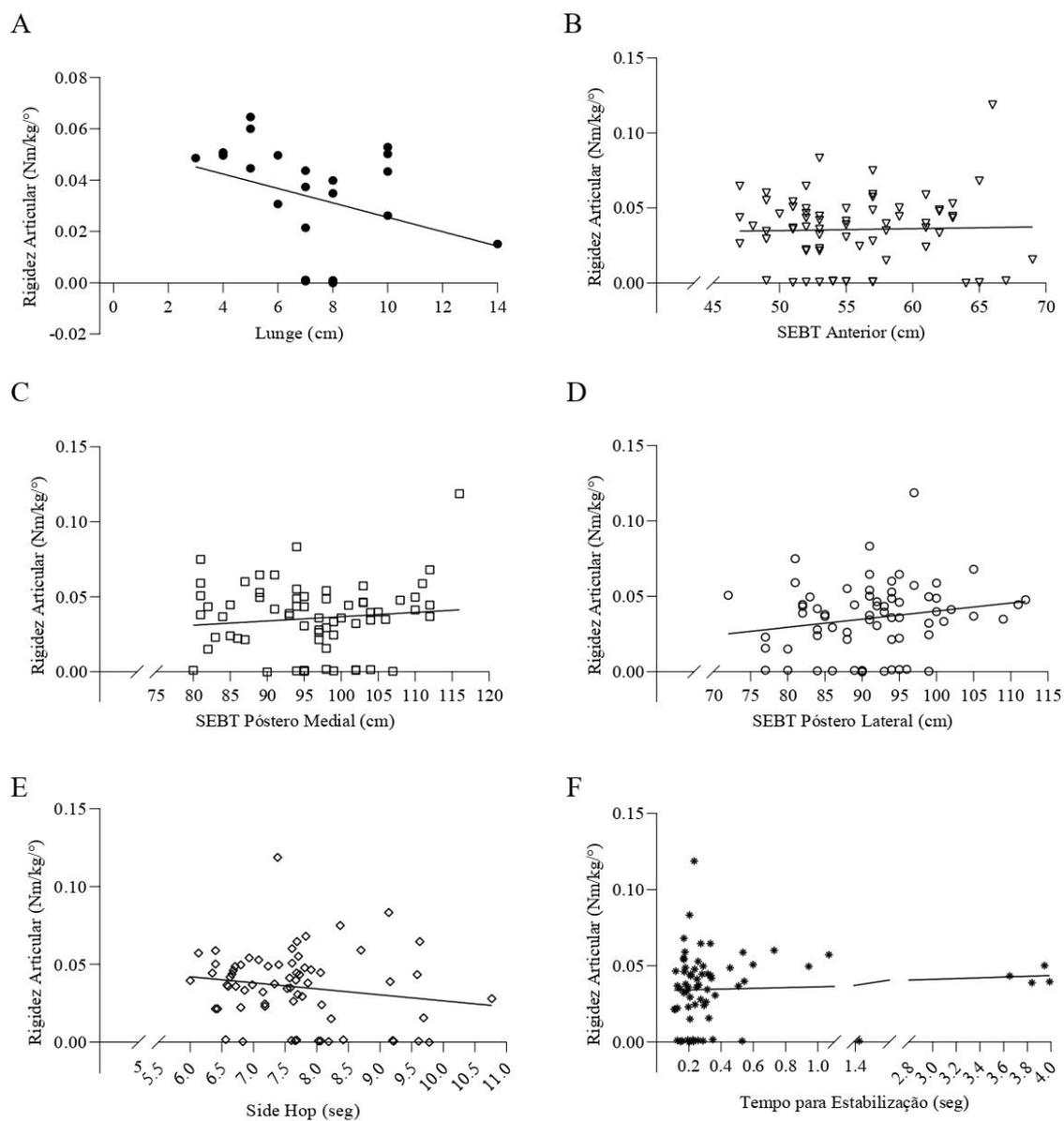


Figura 1. Resultados das correlações dos testes clínicos e rigidez articular do tornozelo para perna preferida. **A)** correlação entre rigidez e lunge teste; **B)** correlação entre rigidez e SEBT anterior; **C)** rigidez e SEBT pósterio-medial; **D)** rigidez e SEBT pósterio-lateral; **E)** rigidez e side hop; **F)** rigidez e tempo para estabilização.

A mobilidade de tornozelo avaliada com o teste de Lunge apresentou correlação positiva com o SEBT Anterior ($p = 0.000$ e $r = 0,695$, Figura 2A). O desempenho no teste de Lunge não teve correlação com os demais testes clínicos de SEBT Pósterio-medial ($p = 0.467$ e $r = 0,156$,

Figura 2B), SEBT Pósterio-lateral ($p = 0.611$ e $r = 0,109$, Figura 2C), *side hop* ($p = 0.658$ e $r = 0,095$, Figura 2D) e tempo para estabilização ($p = 0.386$ e $r = - 0,185$, Figura 2E).

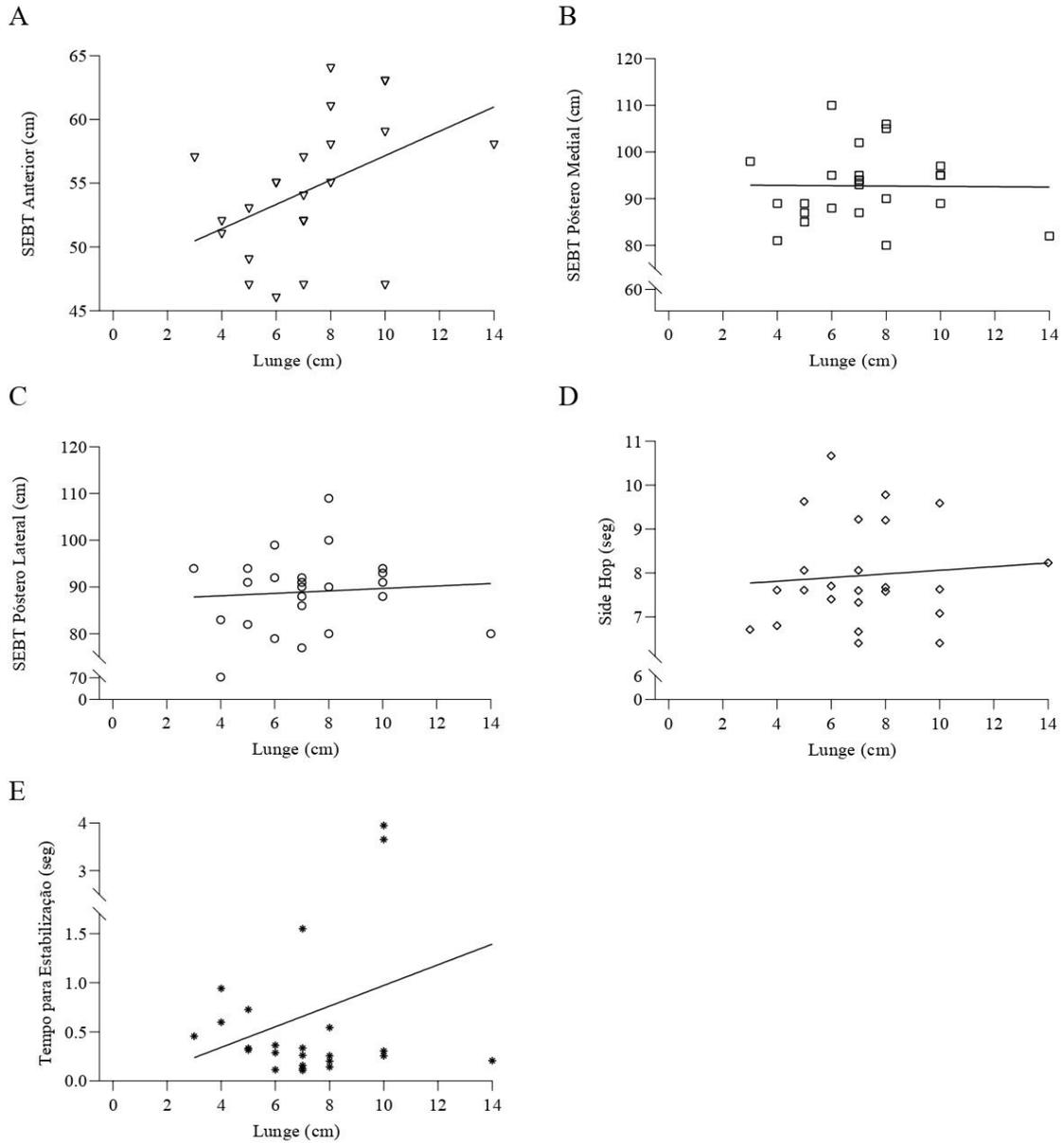


Figura 2. Resultados das correlações de lunge teste com os demais testes clínicos avaliados para perna preferida. Sendo visualizado no gráfico **A)** correlação entre lunge e SEBT anterior; **B)** correlação entre lunge e SEBT pósterio-medial; **C)** lunge e SEBT pósterio-lateral; **D)** lunge e *side hop* **E)** lunge e tempo para estabilização.

Similar ao observado para a perna preferida, a rigidez do tornozelo na aterrissagem de saltos com a perna não preferida não apresentou correlação com o desempenho nos testes de Lunge ($p = 0.732$ e $r = -0,076$, Figura 3A), SEBT anterior ($p = 0.213$ e $r = 0,154$, Figura 3B), SEBT pósteromedial ($p = 0.853$ e $r = 0,023$, Figura 3C), SEBT pósterolateral ($p = 0.310$ e $r = 0,126$, Figura 3D), side hop ($p = 0.596$ e $r = 0.066$, Figura 3E) e tempo para estabilização ($p = 0.742$ e $r = 0,041$, Figura 3F).

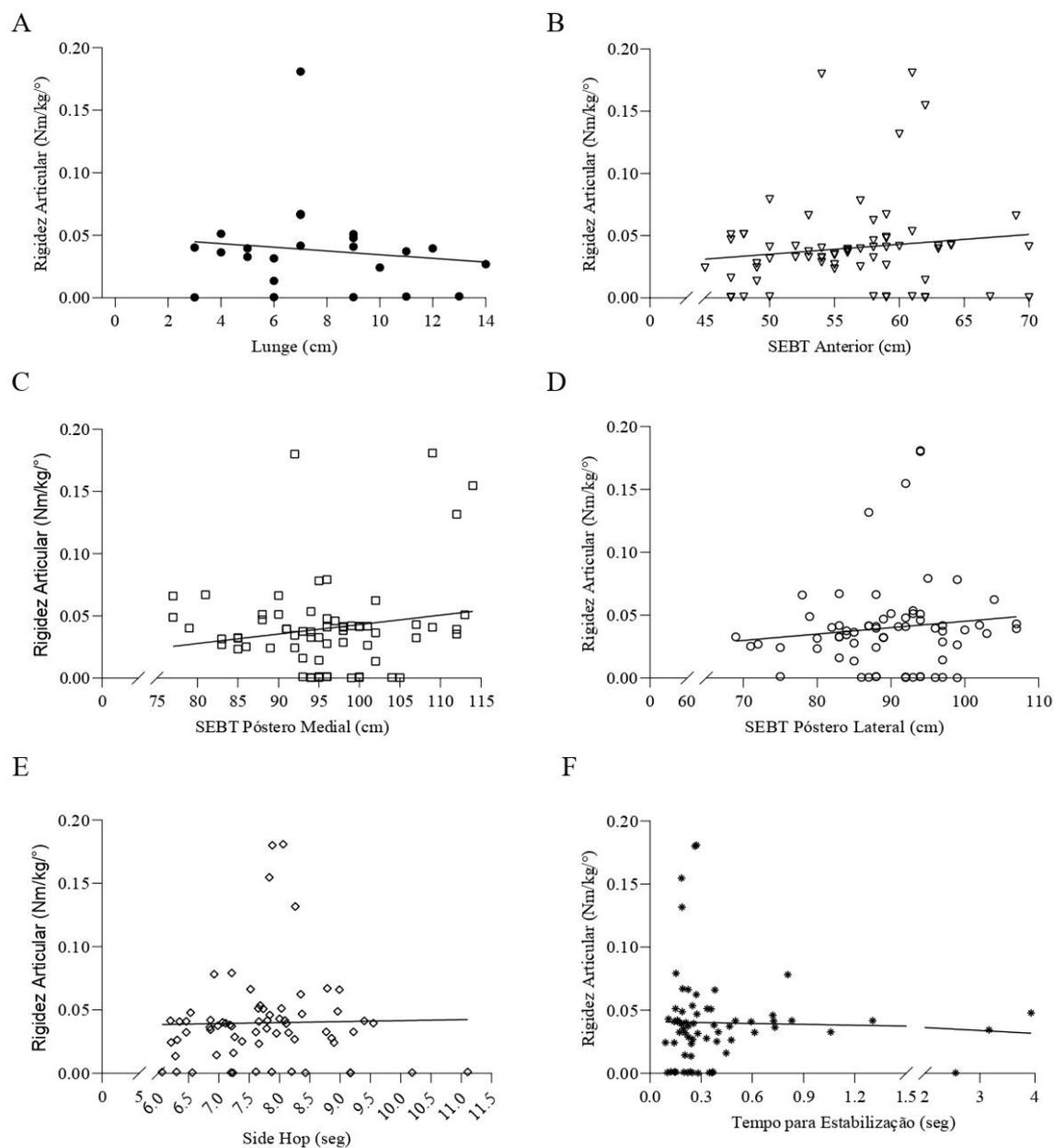


Figura 3. Resultados das correlações dos testes clínicos e rigidez articular do tornozelo para perna não preferida. **A)** correlação entre rigidez e lunge teste; **B)** correlação entre rigidez e SEBT anterior; **C)** rigidez e SEBT póster-medial; **D)** rigidez e SEBT póstero-lateral; **E)** rigidez e side hop; **F)** rigidez e tempo para estabilização.

A mobilidade articular do tornozelo avaliada pelo teste de Lunge não mostrou correlação com os testes SEBT anterior ($p = 0.060$ e $r = 0,389$, Figura 4A), SEBT póstero-

medial ($p = 0.452$ e $r = 0,161$, Figura 4B), SEBT póstero-lateral ($p = 0.323$ e $r = 0,211$, Figura 4C), side hop ($p = 0.246$ e $r = 0,246$, Figura 4D) e tempo para estabilização ($p = 0.571$ e $r = -0,122$, Figura 4E).

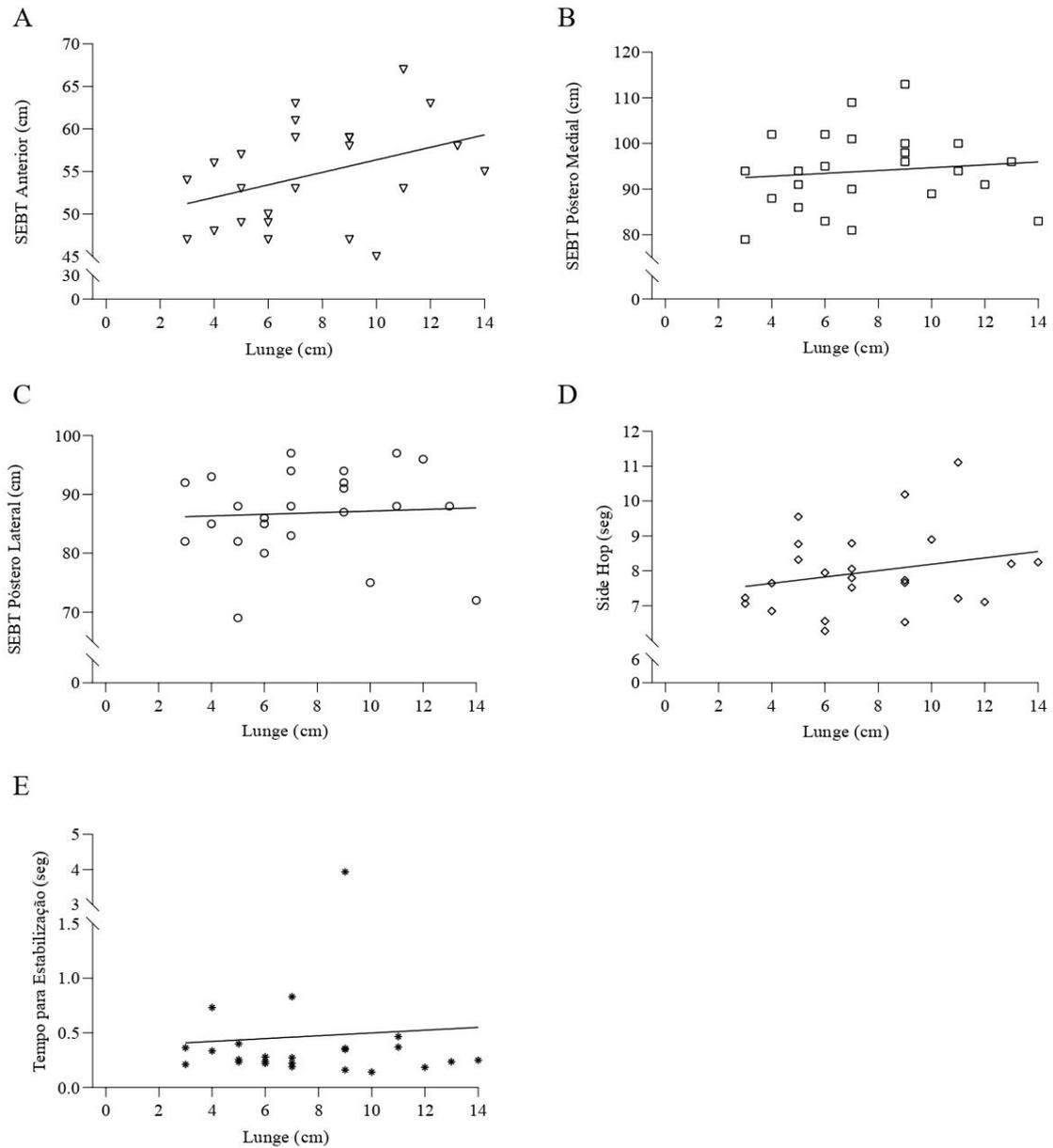


Figura 4. Resultados das correlações de lunge teste com os demais testes clínicos avaliados para perna não preferida. Sendo visualizado no gráfico **A)** correlação entre lunge e SEBT anterior; **B)** correlação entre lunge e SEBT póstero-medial; **C)** lunge e SEBT póstero-lateral; **D)** lunge e side hop **E)** lunge e tempo para estabilização.

5 DISCUSSÃO

Com base na influência que a mobilidade da articulação do tornozelo tem nos ângulos articulares do joelho e quadril na aterrissagem de saltos (5), e um recente estudo sugerindo que o desempenho no SEBTm tem correlação com a mobilidade de tornozelo em atletas de futsal (17), nossa hipótese neste estudo foi que, se a mobilidade do tornozelo tem associação com o desempenho em algum teste funcional, a rigidez articular do tornozelo na aterrissagem poderia também apresentar correlação com desempenho em testes clínicos.

Nós encontramos que a rigidez do tornozelo avaliada nas aterrissagens de saltos unilaterais não teve correlação com o desempenho em testes funcionais unilaterais em atletas de futsal. Estendendo essa análise para a mobilidade articular avaliada pelo teste de Lunge, observamos que a mobilidade de tornozelo também não mostrou correlação com o desempenho em testes funcionais, exceto para uma correlação isolada do Lunge com o desempenho no SEBTm para a direção anterior e apenas para a perna preferida.

Uma correlação similar foi reportada em um estudo prévio, que a mostrou de maneira consistente para ambas as pernas, mas com índices de correlação de fracos a moderados (17). Considerando essa comparação direta entre nosso estudo e o estudo de Rafagnin et al (2023), a relação entre mobilidade do tornozelo e desempenho de atletas de futsal nos testes clínicos requer, no mínimo, atenção. A divergência entre os estudos pode ser explicada pelo fato de que o teste de Lunge avalia a máxima mobilidade de dorsiflexão, a qual pode ser limitada pela rigidez da articulação quando se busca amplitude máxima de movimento (20), mas não na aterrissagem de saltos em que tornozelo pode não ter sido exigido em máxima amplitude.

A relação entre a mobilidade de flexão dorsal e o SEBTm anterior foi encontrada em nosso estudo apenas para a perna preferida. Esse resultado é considerado pouco conclusivo, pois apesar de concordar com o reportado por Rafagnin et al (2023), trata-se de difícil explicação quanto ao fato de ocorrer apenas para uma perna. Por isso, e por Rafagnin et al

(2023) relataram correlação fracas, sugerimos que essa associação não possa ser generalizada para atletas de futsal.

Fatores que consideramos parte da explicação para esses resultados incluem o fato de que no movimento da aterrissagem, em adição à rigidez do tornozelo há outros componentes do movimento que podem influenciar o movimento relativo entre os segmentos e também a distribuição de força entre os segmentos. Movimentos dos segmentos do pé também podem auxiliar a absorver impacto e reduzir a necessidade de rigidez no tornozelo (24). Adicionalmente, a rigidez articular na fase de apoio da marcha tem características não lineares, o que também pode acontecer no salto (25). Isso pode resultar de níveis de produção de força ao longo do movimento e afetar a rigidez articular (26).

Como limitações em nosso estudo destacamos a particularidade do resultado para atletas de futsal homens e o fato de não termos informação sobre a força muscular para movimentos do tornozelo e nossa medida de rigidez desconsiderar outras articulações com importante participação na tarefa de aterrissagem.

6 CONCLUSÕES

Para atletas de futsal, não observamos correlação entre a rigidez articular do tornozelo e o desempenho em testes clínicos. Isso sugere que a relação entre rigidez e mobilidade do tornozelo com a técnica de aterrissagem de saltos requer uma análise mais cautelosa, ao menos para atletas de futsal.

7 REFERÊNCIAS

1. Junge A, Dvorak J. Injury risk of playing football in Futsal World Cups". Br J Sports Med. 2010;44:15.
2. Hespen A van, Stege JP, Stubbe JH. Soccer and futsal injuries in the netherlands". Br J Sports Med. 2011;45(4):330–330.
3. Terada M, Gribble PA. Jump Landing Biomechanics During a Laboratory Recorded Recurrent Ankle Sprain. Foot Ankle Int. julho de 2015;36(7):842–8.

4. Martin RL, Davenport TE, Fraser JJ, Sawdon-Bea J, Carcia CR, Carroll LA, et al. Ankle Stability and Movement Coordination Impairments: Lateral Ankle Ligament Sprains Revision 2021: Clinical Practice Guidelines Linked to the International Classification of Functioning, Disability and Health From the Academy of Orthopaedic Physical Therapy of the American Physical Therapy Association. *J Orthop Sports Phys Ther.* abril de 2021;51(4):CPG1–80.
5. Fong CM, Blackburn JT, Norcross MF, McGrath M, Padua DA. Ankle-dorsiflexion range of motion and landing biomechanics. *J Athl Train.* fevereiro de 2011;46(1):5–10.
6. Hovey S, Wang H, Judge LW, Avedesian JM, Dickin DC. The effect of landing type on kinematics and kinetics during single-leg landings. *Sports Biomech.* agosto de 2021;20(5):543–59.
7. Taylor JB, Wright ES, Waxman JP, Schmitz RJ, Groves JD, Shultz SJ. Ankle Dorsiflexion Affects Hip and Knee Biomechanics During Landing. *Sports Health.* 6 de junho de 2021;14(3):328–35.
8. Macrum E, Bell DR, Boling M, Lewek M, Padua D. Effect of Limiting Ankle-Dorsiflexion Range of Motion on Lower Extremity Kinematics and Muscle-Activation Patterns During a Squat". *J Sport Rehabil.* 2012;21(2):144–50.
9. Hogan KK, Powden CJ, Hoch MC. The influence of foot posture on dorsiflexion range of motion and postural control in those with chronic ankle instability. *Clin Biomech.* outubro de 2016;38:63–7.
10. Butler RJ, Crowell HP, Davis IMC. Lower extremity stiffness: Implications for performance and injury. *Clin Biomech.* 2003;18(6).
11. da Fonseca ST, Silva PLP, Ocarino JM, Guimarães RB, Oliveira MTC, Lage CA. Analyses of dynamic co-contraction level in individuals with anterior cruciate ligament injury. *J Electromyogr Kinesiol.* abril de 2004;14(2):239–47.
12. Ward RE, Fong Yan A, Orishimo KF, Kremenic IJ, Hagins M, Liederbach M, et al. Comparison of lower limb stiffness between male and female dancers and athletes during drop jump landings. *Scand J Med Sci Sports.* janeiro de 2019;29(1):71–81.
13. Hackney J, Wilcoxon S, Holtmeier M, Eaves H, Harker G, Potthast A. Low Stiffness Dance Flooring Increases Peak Ankle Plantar Flexor Muscle Activation During a Ballet Jump. *J Dance Med Sci Off Publ Int Assoc Dance Med Sci.* junho de 2023;27(2):99–106.
14. Schorderet C, Hilfiker R, Allet L. The role of the dominant leg while assessing balance performance. A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture.* fevereiro de 2021;84:66–78.
15. Sheppard JM, Young WB. Agility literature review: Classifications, training and testing. *J Sports Sci.* setembro de 2006;24(9):919–32.
16. Picot B, Hardy A, Terrier R, Tassignon B, Lopes R, Fourchet F. Which Functional Tests and Self-Reported Questionnaires Can Help Clinicians Make Valid Return to Sport

- Decisions in Patients With Chronic Ankle Instability? A Narrative Review and Expert Opinion. *Front Sports Act Living*. 26 de maio de 2022;4:902886.
17. Rafagnin CZ, Ferreira A de S, Telles GF, Lemos de Carvalho T, Alexandre DJ de A, Nogueira LAC. Anterior component of Y-Balance test is correlated to ankle dorsiflexion range of motion in futsal players: A cross-sectional study. *Physiother Res Int*. 2023;28(4):e2028.
 18. Pereira LM, Dias JM, Mazuquin BF, Castanhas LG, Menacho MO, Cardoso JR. Translation, cross-cultural adaptation and analysis of the psychometric properties of the lower extremity functional scale (LEFS): LEFS- BRAZIL. *Braz J Phys Ther*. junho de 2013;17(3):272–80.
 19. Briggs KK, Lysholm J, Tegner Y, Rodkey WG, Kocher MS, Steadman JR. The reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm score and Tegner activity scale for anterior cruciate ligament injuries of the knee: 25 years later. *Am J Sports Med*. maio de 2009;37(5):890–7.
 20. Bennell K, Talbot R, Wajswelner H, Techovanich W, Kelly D, Hall A. Intra-rater and inter-rater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Aust J Physiother*. 1998;44(3):175–80.
 21. Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star Excursion Balance Test as a Predictor of Lower Extremity Injury in High School Basketball Players". *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006;36(12):911–9.
 22. Mirković SV, Đurić S, Sember V, Knezevic OM, Pajek M, Mirković MM, et al. Evaluation of the Limb Symmetry Index: The Side Hop Test". *Front Physiol [Internet]*. 2022;13. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/FPHYS.2022.874632>.
 23. Fransz DP, Huurnink A, de Boode VA, Kingma I, van Dieën JH. Time to stabilization in single leg drop jump landings: An examination of calculation methods and assessment of differences in sample rate, filter settings and trial length on outcome values. *Gait Posture*. 1º de janeiro de 2015;41(1):63–9.
 24. Behling AV, Rainbow MJ, Welte L, Kelly L. Chasing footprints in time – reframing our understanding of human foot function in the context of current evidence and emerging insights. *Biol Rev*. 2023;98(6):2136–51.
 25. Plochanski M, Plochanski P. Ankle joint stiffness during phases of human walking [Internet]. 2013. Disponível em: <https://projekter.aau.dk/projekter/files/77235751/13gr1076Master.pdf>
 26. Chen J, Siegler S, Schneck CD. The Three-Dimensional Kinematics and Flexibility Characteristics of the Human Ankle and Subtalar Joint—Part II: Flexibility Characteristics. *J Biomech Eng*. 1º de novembro de 1988;110(4):374–85.