

DOV LAGUS ROSEMBERG

Análise da hipermobilidade do primeiro metatarsal na deformidade do
hálux valgo: estudo observacional comparativo prospectivo de
tomografia computadorizada com carga

Versão Corrigida

(Resolução CoPGr 6018/11, de 13 de outubro de 2011. A versão original está
disponível na Biblioteca da FMUSP)

São Paulo

2024

DOV LAGUS ROSEMBERG

Análise da hiper mobilidade do primeiro metatarsal na deformidade do
hálux valgo: estudo observacional comparativo prospectivo de
tomografia computadorizada com carga

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências.

Programa de Ciências do Sistema
Musculoesquelético

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Leme
Godoy dos Santos

Versão Corrigida

(Resolução CoPGr 6018/11, de 13 de outubro de 2011. A versão original está
disponível na Biblioteca da FMUSP)

São Paulo

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Rosemberg, Dov Lagus

Análise da hiper mobilidade do primeiro metatarsal na deformidade do hálux valgo : estudo de tomografia computadorizada com carga / Dov Lagus Rosemberg; Alexandre Leme Godoy dos Santos, orientador. -- São Paulo, 2024.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Ciências do Sistema Musculoesquelético. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 2024.

1.Hallux valgus 2.Ossos do metatarso 3.Ossos do tarso
4.Instabilidade articular 5.Tomografia 6.Ortopedia I.Godoy dos Santos, Alexandre Leme, orient. II.Título

USP/FM/DBD-571/24

Responsável: Daniela Amaral Barbosa, CRB-8 7533

Rosemberg DL RS. Análise da hipermobilidade do primeiro metatarsal na deformidade do hálux valgo: estudo observacional comparativo prospectivo de tomografia computadorizada com carga [mestrado]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2024.

Aprovado em: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Queridos Jayme, Luba, Mario, Evelynna, Sara, Sharon, Raphael, Einat, Laercio e Vivian,

Gostaria de homenagear meu avô Jayme, que já não está mais entre nós, mas deixou um legado de inspiração para cada um de nós. Jayme foi o primeiro médico da família, e sua trajetória nos mostrou a importância de lutar por aquilo que acreditamos, mesmo que a estrada seja difícil. Ele sempre será uma inspiração e um exemplo a ser seguido. Minha avó Luba, que sempre que precisei estava lá para me ajudar a estudar. Meus avós Mario, Evelynna e Sara, que sempre me nutriram de amor, carinho e me proporcionaram experiências únicas na vida.

Minha irmã Sharon, que foi sempre minha maior amiga e uma pessoa em quem pude sempre confiar meus anseios e angústias e que me mostrou o quanto devemos batalhar para conquistarmos o que queremos. E meu cunhado Raphael, que entrou nessa família e formou uma amizade ímpar, estando presente para apoiar e divertir sempre que necessário.

Meu pai Laércio é meu maior exemplo de médico e de ser humano. Sua dedicação à medicina, sua sabedoria, sua vontade de sempre continuar aprendendo e seu caráter sempre me inspiraram e me ajudam a trilhar o melhor caminho possível. Com minha mãe Vivian, aprendi a importância do apoio, da paciência e do amor incondicional. Você me carregou contigo, não somente nove meses, mas sim minha vida inteira. Serei eternamente grato por tudo o que vocês me ensinaram.

Einat, minha esposa. Você, desta lista, foi a última a chegar à minha vida, mas já é um dos pilares dela. Seu amor, seu apoio e sua compreensão me ajudaram a chegar aonde estou hoje, e não tenho palavras para expressar o quanto sou grato a ela.

Esta dissertação não é apenas minha, mas de todos vocês, que, com amor, carinho e muita dedicação, me ajudaram a trilhar os caminhos que me conduziram ao que sou e conquistei hoje.

Com amor e gratidão,

Dov Lagus Rosenberg.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Alexandre Leme Godoy-Santos, pela confiança e por me orientar nesta dissertação.

Ao Prof. Dr. Túlio Diniz, pelo conhecimento transmitido.

Ao Dr. Rafael Barban Sposeto, por me ajudar sempre que precisei.

Ao Dr. Rodrigo Souza Macedo, por discutir comigo diversas vezes sobre o tema.

Ao Dr. Carlos Lobo, por me ensinar a usar a tomografia computadorizada com carga.

E a Deus, por permitir que tudo ocorra da melhor forma possível.

RESUMO

Rosemberg DL. Análise da hipermobilidade do primeiro metatarsal na deformidade hálux valgo: estudo observacional comparativo prospectivo de tomografia computadorizada com carga [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2024.

A hipermobilidade do primeiro raio tem sido investigada como um possível fator contribuinte para o hálux valgo, mas sua relação precisa com a doença ainda não foi totalmente esclarecida. A tomografia computadorizada com carga nos permite avaliar o pé de forma tridimensional e com carga e pode nos auxiliar a entender melhor a hipermobilidade. O objetivo foi avaliar a hipermobilidade no plano sagital do primeiro metatarsal em portadores de hálux valgo com hipermobilidade utilizando a tomografia computadorizada com carga. Este é um estudo prospectivo comparativo no qual voluntárias diagnosticadas com hálux valgo e instabilidade clínica no teste de Morton foram avaliadas e comparadas com voluntárias diagnosticadas com hálux valgo sem instabilidade clínica no mesmo teste. As voluntárias foram submetidas a dois exames de tomografia computadorizada com carga, um sem carga e outro com carga. Com uso de software semiautomatizado, segmentaram-se os ossos e analisou-se a movimentação nos três planos dos ossos do primeiro raio. Analisaram-se as medidas da articulação tarsometatarsal no perfil. Não houve diferença estatística da movimentação do primeiro metatarsal nos três planos. Porém, verificou-se que o *gap* plantar da primeira articulação tarsometatarsal está diretamente associado com a hipermobilidade do primeiro raio. Concluiu-se que a mobilidade do primeiro metatarsal não é a causa direta da hipermobilidade do primeiro raio. O aumento de movimento do primeiro raio decorre da movimentação de todos os ossos influenciada pelo mediopé e retropé. A mensuração do *gap* plantar angular é uma boa medida para definir a hipermobilidade e deve ser o novo padrão a ser utilizado.

Palavras-chave: *Hallux valgus*. Ossos do metatarso. Ossos do tarso. Instabilidade articular. Tomografia. Ortopedia.

ABSTRACT

Rosemberg DL Analysis of hypermobility of the first metatarsal in hallux valgus deformity: an observational comparative prospective weight bearing Computed tomography study [dissertation]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2024.

The hypermobility of the first ray has been investigated as a possible contributing factor to hallux valgus, but its precise relationship with the condition has not yet been fully clarified. Weight-bearing computed tomography allows us to assess the foot in a three-dimensional and loaded manner, helping us better understand hypermobility. This study aims to evaluate the hypermobility in the sagittal plane of the first metatarsal in individuals with hallux valgus and hypermobility using weight-bearing computed tomography. This is a prospective comparative study in which volunteers diagnosed with hallux valgus and clinical instability in the Morton test were evaluated and compared to volunteers diagnosed with hallux valgus without clinical instability in the same test. The volunteers underwent two weight-bearing computed tomography scans, one without load and the other with load. Using semi-automated software, the bones were segmented, and the movement of the first ray bones was analyzed in three planes. Measurements of the tarsometatarsal joint in profile were also analyzed. There was no statistical difference in the movement of the first metatarsal in the three planes. However, it was found that the plantar gap of the first tarsometatarsal joint is directly associated with the hypermobility of the first ray. We concluded that the mobility of the first metatarsal is not the direct cause of the hypermobility of the first ray. The increase in motion of the first ray is due to the movement of all the bones influenced by the midfoot and hindfoot. Measurement of the angular plantar gap is a good measure to define hypermobility and should be the new standard to be used.

Key words: *Hallux valgus*. Metatarsal bones. Tarsal bones. Joint instability. Tomography. Orthopedics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exame clínico com carga	37
Figura 2 - Teste de Morton ²¹	40
Figura 3 - Aparelho TCCC com o posicionamento da voluntária.....	42
Figura 4 - Processo de segmentação no software Disior® da Paragon 28 (Helsinki, Finlândia).....	44
Figura 5 - Medidas radiográficas da angulação do pé.....	45
Figura 6 - Linha de base de cada plano para calcular a angulação	46
Figura 7 - Imagem demonstrando os eixos para análise dos ossos.....	47
Figura 8 - Imagens ilustrativas de como funcionam a subtração dos ângulos e assim definir a movimentação dos ossos no plano axial.....	48
Figura 9 - Imagens ilustrativas de como funcionam a subtração dos ângulos e assim definir a movimentação dos ossos no plano sagital.....	49
Figura 10 - Imagens ilustrativas de como funcionam a subtração dos ângulos e, assim, definir a movimentação dos ossos no plano coronal	50
Figura 11 - Imagens demonstrando as medidas para analisar o <i>gap</i> plantar da primeira articulação tarsometatarsal	51
Figura 15 - Exemplos de mensuração plantar de cada grupo	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados populacionais de cada grupo	53
Tabela 2 - Ângulos das radiografias	55
Tabela 3 - Movimentação dos ossos e do primeiro raio em cada plano. Comparando o ângulo da posição 2 com o da posição 1.....	57
Tabela 4 - Combinação do movimento de cada osso nos três planos	59
Tabela 5 - Mensuração do <i>gap</i> da primeira articulação tarsometatarsal na posição 2.....	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Ângulos medidos na radiografia anteroposterior	55
Gráfico 2 - Movimentação dos ossos e do primeiro raio em cada plano.....	58
Gráfico 3 - Combinação do movimento de cada osso nos três planos	59
Gráfico 4 - Mensuração do <i>gap</i> da primeira articulação tarsometatarsal na posição 2	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AATMT - Ângulo da primeira articulação tarsometatarsal
- AHV - Ângulo do hálux valgo
- AIM - Ângulo intermetatarsal
- AOFAS - *American Orthopedic Foot and Ankle Society*
- IMC - Índice de massa corpórea
- TC - Tomografia computadorizada
- TCCC - Tomografia computadorizada com carga
- TCCS - Tomografia computadorizada com carga simulada
- TCI - Teste de correlação intra e interobservador
- TCLE - Termo de consentimento livre e esclarecido
- TCSC - Tomografia computadorizada sem carga

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	17
3	REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1	HÁLUX VALGO	20
3.1.1	Definição	20
3.1.2	Mensuração	21
3.2	ETIOLOGIA DO HÁLUX VALGO.....	22
3.2.1	Primeiro raio e hiper mobilidade	24
3.3	TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA COM CARGA	29
3.3.1	Tomografia computadorizada com carga e hálux valgo	31
4	MÉTODOS	35
4.1	DESENHO DO ESTUDO.....	36
4.2	APROVAÇÃO NA COMISSÃO DE ÉTICA	36
4.3	CUSTOS.....	36
4.4	POPULAÇÃO ESTUDADA.....	36
4.5	CRITÉRIOS DE SELEÇÃO	37
4.5.1	Critérios de inclusão	37
4.5.2	Critérios de não inclusão	38
4.5.3	Critérios de exclusão	38
4.5.4	Pareamento	38
4.6	FLUXO DE AVALIAÇÃO	39
4.6.1	Avaliação clínica inicial, termo de consentimento	39
4.6.2	Exame clínico para testar hiper mobilidade	39
4.6.3	O exame de tomografia computadorizada com carga	41
4.7	TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA COM CARGA E RADIAÇÃO	43
4.8	LEITURA DAS IMAGENS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA	43
4.9	VIÉS	52
4.10	CÁLCULO AMOSTRAL	52
4.10.1	Programa estatístico e limites	52
4.11	ANÁLISE ESTATÍSTICA	53
4.12	POPULAÇÃO ANALISADA	53
5	RESULTADOS	54
6	DISCUSSÃO	62
7	CONCLUSÃO	68
	REFERÊNCIAS	70
	ANEXOS	79

1 INTRODUÇÃO

O hálux valgo é uma deformidade caracterizada pela abdução do primeiro metatarsal e adução da falange, gerando uma proeminência medial¹. Esta deformidade apresenta alta prevalência na população, com incidência de até 35% na faixa etária acima de 65 anos², com incidência cirúrgica de 209 mil casos por ano nos Estados Unidos e é a quinta cirurgia ortopédica mais comum na Finlândia³, possui uma distribuição bimodal nas mulheres com pico entre 15 e 19 anos e 70 e 74 anos⁴. Ela afeta mais a população feminina com uma proporção de até 8-9:14⁹, e é associada com uso inadequado de sapatos¹⁰⁻¹³. As duas principais queixas são dor na proeminência medial e uma queixa estética sobre a proeminência que gera dificuldade do uso de alguns padrões de calçados¹⁴.

A literatura demonstra que o uso de órteses e tratamentos conservadores não conseguem corrigir de forma definitiva a deformidade e nem prevenir a evolução da doença, somente conseguem minimizar a queixa de dor e a parte estética³. Dessa forma, o tratamento preconizado para voluntárias sintomáticas é o cirúrgico, para correção da deformidade.

Contudo, ao se realizar uma pesquisa na literatura vê-se que há mais de 150 técnicas descritas para corrigir essa deformidade, algumas com maior eficácia e menor taxa de recorrência que outras^{15,16}. Esse elevado número de técnicas está associado ao fato de não existir concordância de qual é a etiopatogenia da doença, e se é somente um fator ou uma associação deles.

Embora ainda existam dúvidas relacionadas à etiopatogenia e à fisiopatologia do hálux valgo, a hipermobilidade do primeiro raio é descrita como um dos fatores associados à deformidade¹⁷⁻²³.

Dudley Joy Morton é citado como o primeiro autor a descrever a hipermobilidade do primeiro raio, ressaltando sua influência no hálux valgo^{21,22}. Paul W. Lapidus também é citado como um dos principais disseminadores da teoria da hipermobilidade¹⁸⁻²⁰. Em seu artigo de 1960, Lapidus¹⁹ compara o formato da primeira articulação tarsometatarsal com a de outros primatas e relata que quanto mais inclinada e mais instável a articulação, maior a chance de seu paciente apresentar recidiva, porém não realizou estudos para comprovar essa associação. Com base nesse conceito, novos estudos foram realizados ao longo dos anos para confirmar e compreender a influência da hipermobilidade na etiopatogenia do hálux valgo²⁴⁻³¹.

No entanto, uma nova vertente de estudos, que analisam a hipermobilidade do primeiro raio, descreve essa alteração como uma consequência da doença, e não a causa, uma vez que a hipermobilidade geralmente se resolve com a correção da deformidade^{32,33}.

Coughlin e Jones³² em seu artigo analisam a hipermobilidade do primeiro raio. Para definir se o paciente é hipermóvel, utilizam-se do aparato de Klaue com a definição de uma translação maior que 9 mm nesse aparato. Verificaram uma diminuição dessa translação em todos os pacientes após a correção da deformidade.

Kim et al.³³ demonstram uma redução média de 60% da mobilidade da primeira articulação tarsometatarsal após a correção da deformidade, em paciente com hálux valgo hipermóvel previamente à cirurgia. E assim questionam se a hipermobilidade não é decorrente do eixo da deformidade.

Morton²¹ descreve teste especial de exame físico para analisar a hipermobilidade do primeiro raio. O teste consiste no seguinte: o examinador com uma mão estabiliza o antepé, segurando os raios centrais e laterais, e deixa o tornozelo em neutro e, com a outra mão, utilizando o dedo polegar e o indicador, o examinador segura o 1º metatarsal e o desloca para dorsal e plantar e, assim, avalia a hipermobilidade da primeira articulação tarsometatarsal. Contudo, essa manobra se mostra de baixa acurácia, uma vez que apresenta baixa correlação intra e interobservadores. Além disso, há dificuldade na determinação do ponto exato da hipermobilidade do primeiro raio na articulação transversa do tarso, cuneonavicular medial ou primeira articulação tarsometatarsal^{23,34}. A quantificação de movimento não se demonstra precisa durante avaliação clínica, permitindo apenas a classificação em estável ou instável^{29,34}.

Em 1994, Klaue et al.³⁵ desenvolvem um aparelho não invasivo para mensuração do grau de deslocamento do primeiro raio. Esse aparelho mantém o tornozelo em posição neutra e estabiliza os raios laterais. Após posicionar e estabilizar o pé, aplica-se uma força de plantar para dorsal sob a cabeça do primeiro metatarsal, para quantificar seu deslocamento. Ele descreve como hipermóvel mais de 8 mm de deslocamento. Por outro lado, é observado que esse teste mobiliza, além da primeira articulação tarsometatarsal, todas as articulações do primeiro raio^{17,29,31,34,36-39}.

As avaliações com uso de radiografias com carga permitem, entre outros parâmetros, determinar a abertura plantar da primeira articulação tarsometatarsal^{29,36,38,40}. Entretanto, por apresentarem aquisição de imagem uniplanar, não permitem avaliações de deslocamentos rotacionais^{29,31}.

A tomografia computadorizada (TC), além das mensurações já classicamente avaliadas nas radiografias, permite uma avaliação tridimensional das deformidades dos pés, possibilitando quantificar alterações rotacionais^{23,29,31}. Por outro lado, a TC convencional é realizada em repouso e sem carga, impossibilitando a real avaliação do alinhamento ósseo e das hiper mobilidades e deformidades do pé. Embora existam protocolos de tomografia convencional com carga simulada, não há uma padronização global para reprodução da técnica, além de possuir uma dificuldade intrínseca do exame para sua realização^{17,41,42}.

A tomografia computadorizada de feixes cônicos representa um avanço nos estudos radiológicos das patologias do membro inferior, ao permitir fazer tomografia computadorizada com carga (TCCC) e assim compreender melhor as afecções do pé e tornozelo⁴³⁻⁴⁶. A utilização dessa tecnologia é mundialmente difundida por reduzir a quantidade de radiação emitida durante realização do exame, pela rápida aquisição de imagens com cortes submilimétricos e fácil manuseio de seu programa^{45,47-50}.

Existem poucos trabalhos focados em avaliar a hiper mobilidade do primeiro raio utilizando TCCC. Dois desses estudos utilizam de tomografia computadorizada com carga simulada (TCCS) para avaliar a hiper mobilidade do primeiro raio pelo método de sobreposição de imagens digitais 3D, mas sem diferenciar se o voluntário possuía ou não hiper mobilidade clínica^{17,42}. Já Ornig et al.²³ avaliam clinicamente se as voluntárias apresentam ou não hiper mobilidade clínica do primeiro raio e comparam os achados clínicos com medições angulares tradicionais, como o ângulo do hálux valgo e a rotação do primeiro metatarsal, calculados a partir de exames de TCCS.

Lee et al.⁵¹ utilizam-se de uma TCCC para analisar a instabilidade, mas, para isso, também se limitam a realizar medições angulares bidimensionais como o ângulo da primeira articulação tarso metatarsal, ângulo da inclinação da primeira articulação tarso metatarsal e rotação do primeiro metatarsal.

Este trabalho tem como hipótese que as voluntárias com deformidade em hálux valgo associada à hiper mobilidade clínica do primeiro metatarsal detectada pelo teste clínico de Morton apresentam hiper mobilidade radiográfica no plano sagital do primeiro metatarsal na avaliação por TCCC.

2 OBJETIVOS

O objetivo principal é comparar a mobilidade do primeiro metatarsal no plano sagital por meio do teste clínico de Morton e da TCCC.

Os objetivos secundários são analisar a mobilidade tridimensional do primeiro metatarsal por meio da TCCC e os demais ossos do primeiro raio.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 HÁLUX VALGO

3.1.1 Definição

A primeira descrição do hálux valgo, na literatura científica, data de 1844⁵², quando um autor desconhecido questiona a etiopatogenia da doença, que ele descreve como aumento da bursa ou subluxação do primeiro metatarsal, e solicita o tratamento dessa doença para tratar sua filha de 13 anos. Nesse mesmo ano, Humpage⁵³ escreve um artigo em resposta ao anterior orientando o primeiro tratamento para essa doença com o uso de água morna e óleos.

No entanto, nessa época, essa doença era denominada somente de Bunion. O primeiro artigo a usar o termo hálux valgo é de Hueter⁵⁴, em 1871, em seu livro no qual descreve a doença do hálux valgo.

Weir⁵⁵, em 1897, é o primeiro a usar o termo em inglês no seu artigo. Nele descreve que a doença é decorrente de uma mudança de posição do primeiro metatarsal e que, para corrigir essa deformidade de forma mais substancial, o ideal é não só desbastar a cabeça do primeiro metatarsal, uma vez que isso não irá restaurar o alinhamento do metatarsal, e sim associar a osteotomias, sendo que ele descreve a sua osteotomia de base e uma série de casos demonstrando o uso dela. Além de descrever a deformidade do primeiro metatarsal, ele discute o deslocamento de outras estruturas associadas a essa doença, como o complexo sesamoide e o flexor curto dos dedos.

McMurray¹, em 1936, descreve que o conceito principal do hálux valgo é o desvio em adução do hálux em direção à borda lateral do pé. Por esse motivo, a cabeça do primeiro metatarsal fica abduzida em relação ao segundo metatarsal e, assim, ocorre um aumento do espaço intermetatarsal.

3.1.2 Mensuração

Hardy e Clapham⁸, em 1951, descrevem os principais ângulos radiográficos a serem medidos nos pés com hálux valgo. O primeiro descrito é o ângulo do hálux valgo (AHV) calculado entre o eixo do primeiro metatarsal e o eixo da falange proximal, e na população controle a média é de 15,7°. O eixo do primeiro metatarsal é definido por meio de dois pontos médios de retas que bisseccionam a cortical; já para a falange, eles recomendam achar de forma aproximada, uma vez que não há uma cortical uniforme para realizar essa medida. A seguir, descrevem o ângulo intermetatarsal (AIM) calculado entre os eixos do primeiro e do segundo metatarsal com o valor médio da população-controle de 8,5°. No entanto, eles relatam não ter tido sucesso em achar uma medida para descrever a rotação do primeiro metatarsal.

Smith et al.⁵⁶, em 1984, escrevem, para a American Orthopedic Foot and Ankle Society (AOFAS), um consenso sobre como mensurar os principais ângulos no pé com hálux valgo. Para o AHV, eles mantêm a descrição de Hardy e Calpham⁸ como a ideal, mas descrevem também a possibilidade de achar o eixo utilizando um ponto médio da articulação proximal e outro da distal para o primeiro metatarsal. Novamente, para a medida do AIM, eles mantêm a descrição de Hardy e Calpham⁸.

Saltzman et al.⁵⁷, em 1994, e Coughlin e Freund⁵⁸, em 2001, validam a reprodutibilidade do AHV e AIM com teste de correlação intra e interobservadores (TCI). Para o AHV, Saltzman et al. (57) descrevem que, com 95% de intervalo de confiança, o erro de concordância interobservadores é de 6°; já para Coughlin e Freund⁵⁸, a diferença é menor de 5° para 22 das 24 avaliações. Já a o erro de concordância interobservadores do AIM com um intervalo de confiança de 95% é de 4° para Saltzman et al.⁵⁷ e, para Coughlin e Freund⁵⁸, 96,7% das medidas têm uma diferença menor de 5°.

Coughlin et al.⁵⁹, em 2002, por meio de um novo artigo promovido pelo AOFAS, consolidam que o método de realizar as mensurações é usar as bissetrizes das corticais da seguinte forma: a 1 cm do ponto mais proximal da articulação proximal, a 1 cm do ponto mais distal da articulação distal dos metatarsais e a 0,5 cm da primeira falange, além de demonstrar como usar a técnica de círculos concêntricos na cabeça dos metatarsais.

3.2 ETIOLOGIA DO HÁLUX VALGO

Syms⁶⁰, em 1898, é um dos primeiros autores a descrever um artigo focado na etiologia da doença. Ele descreve que a causa da doença é o uso de sapatos inadequados como calçado de bico fino, largura da antecâmara e tamanho inadequado do comprimento. Essas inadequações do calçado realizam traumas de compressão do hálux. Por causa desses traumas, há um aumento da bursa que, em casos mais graves, pode levar à artrose da articulação metatarsofalangiana com o desvio dos ossos e ao estiramento dos ligamentos laterais e contratura dos mediais.

Coughlin²⁴, em 1984, descreve que, em diversas sociedades em que não se usa calçados fechados, a incidência do hálux valgo é menor do que descrito na literatura, mas que não pode só considerar os calçados como o único fator, uma vez que diversas pessoas usam esse tipo de calçados e não desenvolvem a doença. Portanto, deve haver fatores intrínsecos associados para o surgimento da doença.

Eustace et al.⁶¹, em 1993, analisam a correção do desvio rotacional do primeiro metatarsal e o desvio em varo desse osso. Eles realizam um estudo cadavérico com 20 espécimes e um estudo clínico com 15 pacientes com hálux valgo. Nesse estudo, verificam que é possível perceber nas radiografias anteroposteriores o desvio rotacional com a mudança da localização da tuberosidade do primeiro metatarsal e que o grau de pronação apresenta um grau moderado de correlação com o desvio em varo ($r=0,69$), sendo raro em paciente sem hálux valgo.

Coughlin⁶², em 1995, discute que nem todo hálux valgo tem a mesma causa e fator de risco e que diferentes tipos de hálux valgo devem ter tratamentos diferentes. Nesse artigo retrospectivo de 11 anos, ele analisa os fatores de risco para hálux valgo juvenil, sendo alguns similares, como uso de calçado e histórico familiar, mas que eles tendem a ter maior deformidade óssea na articulação metatarsofalangiana.

Manson e Tanaka⁶³, em 2012, avaliam a influência do formato da primeira articulação tarsometatarsal no desenvolvimento do hálux valgo. Eles realizam um estudo cadavérico e verificam que quanto mais facetas na articulação, maior o fator de proteção. E que quanto menor e mais obtusa a proeminência plantar lateral do primeiro metatarsal, maior o fator de risco de possuir a doença.

Doty et al.⁶⁴, em 2014, também avaliam a correlação do formato da primeira articulação tarsometatarsal com o hálux valgo. Não acham correlação no formato das facetas. Contudo, verificam que, na radiografia com 10° e 20° de inclinação no

anteroposterior, a inclinação medial da primeira articulação tarsometatarsal tem correlação com o AHV e o AIM.

Munteanu et al.⁶⁵, em 2017, realizam um estudo para verificar a influência dos fatores genético e ambiental no desenvolvimento do hálux valgo, utilizando um estudo transversal observacional comparativo em uma população de gêmeos monozigóticos e dizigóticos. Verificam a importância do componente familiar, uma vez que aumenta em quatro vezes o risco de ter hálux valgo, mas esse fator não é exclusivamente genético, uma vez que a probabilidade de um gêmeo vir a ter a doença do hálux valgo se o outro já tiver o diagnóstico dela é igual no grupo dos gêmeos monozigóticos e no dos dizigóticos.

Erduran et al.⁶⁶, em 2017, analisam a influência da forma do cuneiforme medial nas radiografias em relação à presença e ao grau do hálux valgo. Para isso, medem o ângulo da articulação tarsometatarsal na radiografia anteroposterior, a inclinação da primeira articulação tarsometatarsal, o ângulo formado pela articulação intercuneiforme e a superfície articular proximal do cuneiforme medial. Nas duas medidas iniciais, não encontram diferença do grupo sem doença entre o grupo com hálux valgo leve, mas apresentam diferença comparado com o grupo moderado e com grupo com deformidade grave, já na terceira medida há diferença comparando o grupo sem doença com os três grupos com hálux valgo.

Ota et al.⁶⁷, em 2017, analisam tomografias convencionais sem carga de paciente com e sem hálux valgo. Eles verificam que pacientes com hálux valgo possuem uma rotação em pronação da cabeça do primeiro metatarsal em relação à base significativamente maior que o grupo sem hálux valgo.

Kouri et al.⁴⁰, em 2019, analisam o ângulo da inclinação articulação tarsometatarsal em radiografias com carga com o pé em neutro e com variações de 5° em 5° até completar 20° no sentido dorso plantar e no de inversão e eversão, totalizando 17 radiografias com cargas. Eles verificam diferença significativa do ângulo conforme o posicionamento do pé. Quanto mais dorsifletido ou evertido o pé, menor o valor do ângulo, e quanto mais invertido e principalmente mais plantarletido, maior o ângulo da articulação tarsometatarsal. Além disso, analisam a forma da articulação e verificaram que 58% eram curvas, sendo que as retas em média apresentam maior ângulo da inclinação articulação tarsometatarsal. Por fim, verificam que o formato da articulação varia entre curva e reta conforme o posicionamento do pé.

Ji et al.⁶⁸, em 2023, discutem novamente o conceito da morfologia da articulação tarsometatarsal, promovendo sua instabilidade. Para tanto, medem o tamanho das facetas por meio de reconstruções tridimensionais de exames de TCCC. Eles descrevem que, na comparação, pacientes com hálux valgo apresentam a faceta média mais larga e a inferior mais estreita que a do grupo controle. Dessa forma, podendo ter correlação do formato com a instabilidade.

3.2.1 Primeiro raio e hiper mobilidade

Ross⁶⁹, em 1986, escreve um protocolo para avaliar a relação da pronação do pé com o hálux valgo. Para ele, o hálux valgo está diretamente associado à alteração da biomecânica do pé, principalmente à pronação do pé em razão de hiper mobilidade da primeira articulação tarsometatarsal na fase de apoio médio e propulsão da marcha. Nesse protocolo, ele mensura a movimentação do navicular em situação de repouso em relação a uma posição de carga com apoio bipodal e outra com carga e apoio monopodal à direita, em pacientes com hálux valgo, comparando a distância do navicular para o solo. Para ele, a posição de apoio monopodal é similar ao que acontece na fase da marcha de apoio médio do pé, enquanto o apoio bipodal representa a fase de repouso. Ele verifica que em todos os pacientes a movimentação do navicular é maior quando a voluntária fica em apoio monopodal do que em bipodal. Com esse artigo, Ross demonstra que há uma movimentação do navicular conforme a fase da marcha.

Carl et al.⁷⁰, em 1988, analisam a associação de síndrome da hiper mobilidade articular com a doença do hálux valgo. Eles utilizam os critérios clínicos de Carter e Wilkinson⁷¹ revisados por Beighton, Solomon e Soskolne⁷² para analisar a hiper mobilidade generalizada do corpo. O artigo demonstra que os pacientes com hálux valgo sintomáticos têm um escore médio de 4,7 de 9, e a população sem doença apresenta uma pontuação média de 2,3, com diferença estatística, o que demonstra que, na população de pacientes com hálux valgo sintomático, existe maior hiper mobilidade generalizada das articulações.

Klaue et al.³⁵, em 1994, descrevem um aparato para quantificar melhor a mobilização do primeiro raio a partir de uma modificação de uma órtese de tornozelo e pé. Essa órtese posiciona o tornozelo em neutro de dorsiflexão e flexão plantar e o retropé em neutro de varo e valgo e permite mobilizar o primeiro raio de forma isolada

no eixo dorso-plantar, realizando um teste de gaveta da primeira articulação tarsometatarsal. O aparato consegue quantificar a mobilização de forma linear e de forma angular. Nesse artigo, eles descrevem que pacientes com hálux valgo doloroso têm uma hiper mobilidade do primeiro raio comparado à população em geral. Os pacientes com hálux valgo apresentam uma movimentação angular e linear maior quando comparados aos pacientes sem a doença. A movimentação medida na cabeça do primeiro metatarsal em pacientes com hálux valgo é em média de 9,3 mm, enquanto os pacientes sem a doença mobilizam em média 5,3 mm. Para a medida angular, o deslocamento médio do grupo de hálux valgo é de 27,3°, enquanto no controle é de 7,7°.

Fritz e Prieskorn⁷³, em 1995, analisam a hiper mobilidade da primeira articulação tarsometatarsal em pés sem doenças. Para isso, analisaram a movimentação dorsal do primeiro metatarsal quando realizam radiografia com o teste modificado do bloco de Coleman, no qual a primeira radiografia é feita com primeiro raio pendente, simulando uma flexão plantar e, na radiografia seguinte, apoia-se um bloco, elevando o primeiro raio, simulando uma dorsiflexão. A mobilidade média do primeiro raio é de 4,4°. Além disso, comparam a mobilidade com os critérios clínicos de Carter e Wilkinson⁷¹ revisados por Beighton Solomon e Soskolne⁷² e descrevem que pacientes com hiper mobilidade do polegar têm um aumento médio da mobilidade do primeiro raio para 6,9°, enquanto sem esse critério é de 3,9°. Eles não encontram correlação da hiper mobilidade com sexo, idade e AIM.

Prieskorn et al.⁷⁴, em 1996, analisam radiografia do pé no perfil para criar um parâmetro de hiper mobilidade do primeiro raio. Eles analisam ângulos radiográficos do segundo metatarsal e o comparam com o movimento angular do primeiro metatarsal. No entanto, após as análises não encontram nenhuma correlação das medidas radiográficas realizadas com movimento do primeiro raio.

Ito et al.⁷⁵, em 1999, analisam a hiper mobilidade do primeiro raio em paciente com hálux valgo doloroso, indolor e pacientes sem doença utilizando-se de radiografias no perfil. Eles medem um ângulo tangencial do tálus e do primeiro metatarsal em radiografia com carga e em outra sem carga e medem quando há mudança nessa angulação. Verificam maior mudança em pacientes com hálux valgo sintomático quando comparados aos outros dois grupos, mas não há diferença estatística entre os pacientes assintomáticos e o grupo sem doença.

Faber et al.³⁸, em 1999, realizam um estudo cadavérico anatômico e biomecânico da hipermobilidade da primeira articulação tarsometatarsal. Eles analisam a translação do primeiro metatarsal, do cuneiforme medial e do navicular nos planos sagital e transversal do pé quando simulam carga no pé. Verificam que a média da movimentação angular dorsal do primeiro metatarsal é de 3,8°, e a da primeira articulação tarsometatarsal é de 2,4°. Além disso, verificam o quanto cada articulação contribui em média com o deslocamento dorsal e medial do primeiro raio. A primeira articulação tarsometatarsal é que mais contribui com 57% de todo o movimento dorsal e 82% do movimento no sentido medial.

Faber et al.⁷⁶, em 2001, realizam uma complementação do estudo anterior com uma avaliação radiográfica de pacientes para definir um valor para a hipermobilidade da primeira articulação tarsometatarsal. Eles utilizam o protocolo do teste modificado do bloco de Coleman descrito por Fritz e Prieskorn⁷³. E, para dividir se a voluntária apresenta ou não hipermobilidade clínica, realizam o teste de Morton²¹. Os 94 pacientes têm uma mobilidade média de 12,9°, mas, quando divididos os pacientes em hipermóvel e não hipermóvel, o primeiro grupo tem uma média de 14,0° e o segundo de 10,8° com diferença estatística entre eles.

Lee e Young⁷⁷, em 2001, descrevem uma nova técnica para medir a hipermobilidade do primeiro raio com um pequeno aparato de plástico de 2 cm x 2 cm x 2 cm. Eles realizam o teste clínico de Morton²¹ com o aparato apoiado no dorso do pé para medir em milímetros o deslocamento dorsoplantar. Associado a isso, realizam uma radiografia para adquirir o comprimento do primeiro metatarsal e, com uso de uma fórmula matemática descrita por eles, conseguem calcular a movimentação angular. Nesse artigo, eles comparam pacientes com hálux valgo a pacientes sem a doença. A mobilidade média é de 10,3° no grupo sem a doença e de 12,9° no com hálux valgo. Para definir hipermobilidade do primeiro raio, utilizam o valor do percentil 95 na população sem a doença que é de 14°. No grupo com hálux valgo, 38% deles apresentam a hipermobilidade seguindo esse critério. Não há correlação entre a voluntária ter hipermobilidade e o valor do AHV ou do AIM.

Glasoe e Saltzman⁷⁸, em 2001, avaliam a hipermobilidade do primeiro raio usando o aparelho descrito e validado por Glasoe, Allen e Yack⁷⁹, Glasoe, Yack e Saltzman⁸⁰, Glasoe, Yack e Saltzman⁸¹ e Glasoe et al.⁸² previamente. Nesse artigo, comparam a hipermobilidade com o AIM. O grupo do hálux valgo tem um deslocamento maior que o do grupo sem doença de 5,9 mm e 4,2 mm, respectivamente, mas apresenta correlação moderada com o AIM.

King e Toolan⁸³, em 2004, também comparam a hipermobilidade em pacientes com hálux valgo com pacientes sem doenças. Eles se utilizam de radiografia com carga, principalmente a de perfil. Eles medem o ângulo da articulação tarsometatarsal, a deslocação dorsal do primeiro metatarsal em relação à articulação cuneonavicular medial e o ângulo da superfície articular da primeira articulação tarsometatarsal. Todas as medidas apresentam significância estatística. O ângulo da articulação tarsometatarsal apresenta uma diferença de 5° na média entre o grupo hálux valgo e o grupo sem doença, o ângulo da superfície articular é dez vezes maior no grupo do hálux valgo e a deslocação é em média de 2 mm no grupo com hálux valgo e de 0,3 mm no grupo sem doenças.

Grebing e Coughlin²⁶, em 2004, analisam a hipermobilidade do primeiro raio utilizando o aparelho de Klaue modificado para permitir dorsiflexão e flexão plantar do tornozelo. O estudo divide os pacientes em grupos distintos conforme sua doença, sendo um dos grupos com hálux valgo, e compara com um grupo controle sem doenças do pé. Seguindo o critério definido por Klaus et al.³⁵, com hipermobilidade sendo uma movimentação maior que 9 mm, 92% dos pés com hálux valgo foram classificados como hipermóvel, contudo 69% dos pés do grupo sem doença também apresentaram essa movimentação elevada. Eles demonstram que a movimentação do tornozelo afeta a hipermobilidade da primeira articulação tarsometatarsal. No grupo com hálux valgo, os valores da translação são de 11,6 mm em flexão plantar, de 7,0 mm quando em neutro e de 3,8 mm em dorsiflexão. Além disso, o grupo com hálux valgo apresenta maior mobilidade comparado ao grupo sem doença nas três posições analisadas.

Coughlin e Jones²⁵, em 2007, também discutem sobre o hálux valgo e sua associação à hipermobilidade do primeiro raio. Eles analisam pacientes com hálux valgo sintomáticos com indicação de tratamento cirúrgico e com uma deformidade maior de 20°. A hipermobilidade foi definida utilizando o método descrito por Klaue et al.³⁵. Eles analisam a correlação de hipermobilidade do primeiro raio com o AHV e com a abertura plantar da primeira articulação tarsometatarsal. Contudo não encontram significância estatística nessas correlações. O que descrevem é uma diminuição da hipermobilidade nos pacientes com hálux valgo após a cirurgia e, dos 23 pés que antes da cirurgia apresentavam o critério de hipermobilidade, somente dois ainda mantêm uma mobilidade maior que 9 mm após a correção cirúrgica.

Kim et al.³³, em 2008, comparam pacientes com hálux valgo com hipermobilidade e sem hipermobilidade que foram submetidos à cirurgia de correção da deformidade. A hipermobilidade é definida nesse artigo como uma movimentação maior que 9 mm no aparato de Klaue et al.³⁵. Após a cirurgia, os pacientes com hipermobilidade demonstram uma redução média de 60% da mobilidade da primeira articulação tarsometatarsal, deixando de ser considerados hipermóveis. E a mobilidade da primeira articulação tarsometatarsal diminuiu significativamente, mesmo quando analisam os dois grupos juntos, com redução de 54% do movimento. E assim questionam se a hipermobilidade não é decorrente do eixo da deformidade.

Greiseberg et al.³⁹, em 2012, estudam o efeito da hipermobilidade do primeiro raio em diversas doenças do pé, incluindo o hálux valgo utilizando o aparato descrito por Lee e Young⁷⁷. Eles verificam que há diferença na translação do primeiro metatarsal quando comparam pés com hálux valgo sintomático para sem hálux valgo, e pés com hálux valgo sintomático e assintomático para sem hálux valgo, porém não acham diferença em pés com hálux valgo sintomáticos e assintomáticos.

Dietze et al.³⁶, em 2013, realizam um estudo de marcha com auxílio de uma fluoroscopia para estudar a hipermobilidade do primeiro raio. Realizaram o estudo para avaliar a marcha de 8 pacientes com hálux valgo e medir o deslocamento dorsal do primeiro raio. A média do deslocamento dorsal máximo do primeiro raio é de 13,9 mm, e o deslocamento angular foi de 5,9°, considerando o primeiro raio inteiro, e de 2,6°, considerando só a primeira articulação tarsometatarsal.

Singh et al.⁸⁴, em 2016, estudam a hipermobilidade do primeiro raio em pacientes com e sem hálux valgo utilizando o aparato de Klaue et al.³⁵. No entanto, fazem uma modificação para realizar o teste da gaveta no eixo combinado dorsal-medial, além do tradicional dorsal-plantar. Para realizar a gaveta no eixo combinado dorsal-medial, o examinador segura o primeiro metatarsal e translada de plantar dorsal e medial, adicionando o plano axial de movimento do pé na análise da translação. A movimentação no eixo dorsal-medial é maior que no dorsal-plantar para ambos os grupos e houve diferença estatística relevante entre o hálux valgo e o controle. Verificam que 18,7% dos pacientes com hálux valgo não têm hipermobilidade em nenhum eixo, 23,5% só no dorsal-medial e 57,8% em ambos os eixos. Além disso, comparam a chance de ter hipermobilidade nos dois eixos, mostrando que, no dorsal-plantar, é de 6,7 comparado ao controle e, no dorsal-medial, é de 13,59.

Shibuya et al.⁸⁵, em 2017, realizam uma revisão sistemática sobre a hipermobilidade do primeiro raio em paciente com e sem hálux valgo. Ao todo encontram apenas três artigos^{26,35,84} que seguem seus critérios de inclusão e exclusão para avaliar quantitativamente a hipermobilidade do primeiro raio, utilizando o aparato de Klaue et al.³⁵. A metanálise demonstra que quem possui hálux valgo apresenta uma hipermobilidade média de 3,62 mm a mais que pessoas sem hálux valgo quando medida a mobilidade utilizando o aparato de Klaue et al.³⁵.

3.3 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA COM CARGA

Van Bergeyk et al.⁸⁶, em 2002, é o primeiro autor a citar que realiza TCCS no contexto de doenças de pé e tornozelo. O exame é feito para estudar o alinhamento do retropé.

Greisberg et al.⁸⁷, em 2003, descrevem a aquisição seriada de TCCS em meado dos anos 1990. Nesse artigo, eles estudam comparativamente o resultado da TCCS nas deformidades e degenerações do retropé e mediopé.

Ledoux et al.⁸⁸, em 2006, são os primeiros a discutir que o formato dos ossos de cada tipo de pé deve ser diferente quando sob carga. Para isso, realizam TCCS de pés neutros, cavos e planos.

Ferri et al.⁸⁹, em 2008, criam uma cadeira para a tomografia a fim de poder simular carga nos pacientes com pé plano. Eles comparam os resultados de medidas do pé plano e de pé normal em situação com e sem carga com diferença estatística nas medidas realizadas.

Zbijewski et al.⁴⁷, em 2011, são os primeiros a discutir o uso da tecnologia de tomografia de feixe cônico para realizar TCCC para pé e tornozelo, utilizando o aparelho Planmed Verity (Planamed Oy, Finlândia). Esse artigo discute como esse aparelho funciona, a radiação e sua performance.

Tuominen et al.⁴⁸, em 2013, escrevem um artigo de atualização de tecnologias. Nele discutem as possíveis aplicações clínicas da TCCC e a baixa dose de radiação já nos aparelhos iniciais, mantendo uma qualidade de imagem similar à da tomografia tradicional.

Hirschmann et al.⁹⁰, em 2014, realizam um protocolo de TCCC e de tomografia computadorizada sem carga (TCSC) para comparar a mudança das angulações e distâncias do retropé. Eles encontram diferença estatística para todos os dados medidos, com exceção do alinhamento do retropé e da distância tibiocalcânea.

Carrino et al.⁹¹, em 2014, escrevem outro artigo sobre como usar e detalhes técnicos da TCCC. Demonstram que esses aparelhos emitem baixa dose de radiação e conseguem manter boa qualidade de imagem com bom contraste e resolução espacial.

Richter et al.⁴⁹, em 2014, realizam o primeiro estudo para avaliar o aparelho pedCAT (Curvebeam, Warrington, USA) e comparam seus resultados com medidas radiográficas com carga ou tomografias tradicionais. O pedCAT (270 segundos) é significativamente mais rápido que a TC (415 segundos) e que as radiografias (920 segundos). Também apresentam diferença estatística da medida dos ângulos em comparação com outras formas de aquisição.

Yoshioka et al.⁹², em 2016, realizam um estudo utilizando TCCS em protocolo de TCCC e TCSC para avaliar a movimentação dos ossos nessas duas situações em pés planos e controle. Eles descrevem um protocolo de avaliação no qual sobrepõem o mesmo osso adquirido na TCCC e TCSC e mensuram a movimentação angular dele e comparam a movimentação entre o pé controle e o plano.

Kang et al.⁹³, em 2019, discutem o uso da TCCC, uma vez que o custo de aquisição é alto, quase similar ao de uma TC tradicional, mas é limitado para extremidades. Eles sugerem usar aparelhos para simular a carga na TC tradicional. Eles demonstram que, quando se aplica uma carga axial 70%-100% do peso da voluntária, não há uma diferença dos ângulos medidos na TC ou na radiografia.

Richter et al.⁹⁴, em 2020, realizam um estudo de custo-benefício, radiação e tempo de aquisição da TCCC comparado com radiografias e TC tradicional. Verificam que a TCCC gera mais lucro, expõe a voluntária a menos radiação média e os pacientes gastam menos tempo para realizar esse exame.

Fadle et al.⁹⁵, em 2020, criam um aparelho para realizar TCCS no qual não necessitava de pesos externos e sensores de força para realizar uma carga de 50% do peso. O aparelho funciona utilizando molas elásticas que controlam o quanto de força pode ser aplicado. O aparelho é validado comparando o resultado dos ângulos obtidos nessa imagem com os de uma tomografia simples e radiografia com carga.

Conconi et al.⁹⁶, em 2021, propõem uma nova definição para o sistema de referências anatômicas, uma vez que previamente o sistema de referências anatômicas do pé e tornozelo foi definido de forma estereofotogramétrica durante análise de marcha e vários dos ossos foram definidos em bloco, e a TCCC permite uma avaliação individual de cada osso. Com uso de cunhas e radiografias seriadas, foi possível definir os eixos de movimentação de cada osso de forma isolada do pé.

Kvarda et al.⁵⁰, em 2022, descrevem o uso de programa para realizar mensurações semiautomáticas no tridimensional, usando o programa Disior Bonelogic Ortho Foot and Ankle Software (Helsinki, Finlândia). Esse programa consegue renderizar imagem em tridimensional a partir de arquivos DICOM, precisando apenas que identifique qual é cada osso do pé. Para validar as mensurações feitas por esse programa, realiza-se um teste comparativo com dois médicos, medindo os mesmos ângulos nas radiografias e é feito um TCI. O TCI é maior em cinco das seis medidas do programa e não há sobreposição do intervalo de confiança de 95% em três variáveis quando se analisa a confiança interobservador e em quatro variáveis quando intraobservador com a mensuração da cobertura talonavicular, tendo a maior diferença entre as medidas (18,9°). Por fim, o tempo para medir os ângulos para um paciente no bidimensional é de 7 minutos e 51 segundos e no tridimensional de 4 minutos e 36 segundos.

3.3.1 Tomografia computadorizada com carga e hálux valgo

Collan et al.⁹⁷, em 2013, são os primeiros a usarem a TCCC para avaliar o hálux valgo. Eles medem as medidas bi ou tridimensionais do AHV, do intermetatarsal e da pronação do primeiro metatarsal em pacientes com hálux valgo, comparando voluntárias sem doenças no pé. São 10 pacientes femininas no grupo com a doença e 5 no grupo-controle. As medidas tridimensionais são adquiridas na própria TC, já as bidimensionais são de radiografias retiradas da TCCC e de radiografias tradicionais com carga. Verificam que a média do AHV na TCCC e nas radiografias retiradas da TCCC é de 36° nas duas medidas e têm uma correlação de 0,95 e 0,94 de Pearson, respectivamente, quando comparada com as radiografias tradicionais com carga, cujo valor médio é de 34°. Já para o AIM, a correlação é de 0,72 e 0,81 de Pearson com o valor médio da TCCC de 17°, de 19° para as radiografias de reconstrução e de 18° para as radiografias tradicionais com carga. Em relação à rotação do primeiro metatarsal, não há diferença entre os dois grupos e o do hálux valgo apresentando uma rotação de 8° e o grupo sem doença de 2°.

Geng et al.⁴², em 2015, realizam um estudo da hipermobilidade da primeira articulação tarsometatarsal utilizando um protocolo de TCCC e TCSC por meio de TCCS. A população do estudo é composta somente de mulheres entre 20 e 50 anos, divididas em dois grupos: um com doença de hálux valgo bilateral e outro sem

doenças do pé. Eles calculam a movimentação angular nos três eixos do cuneiforme medial e do primeiro metatarsal e da primeira articulação tarsometatarsal. Para analisar essa movimentação, eles reconstroem de forma tridimensional o cuneiforme medial e o primeiro metatarsal na situação com carga e sem carga e, utilizando o modelo com carga como base e com auxílio de programas de computador específicos (Geomagic Studio 13.0; Geomagic Co, NC, USA), conseguem calcular o quanto os dois ossos angulam nos três planos mudando de “sem carga” para “com carga”, com um erro de 1°. Verificam que o grupo do hálux valgo possui maior dorsiflexão do primeiro metatarsal (3,1° e 1,6°). O grupo com hálux valgo também apresenta maior pronação e rotação externa do cuneiforme medial. E, por fim, a primeira articulação tarsometatarsal também apresenta diferença com o grupo do hálux valgo, apresentando maior dorsiflexão (2,9° e 1,2°), supinação (2,2° e 1°) e rotação interna (2,7° e 1°) comparado ao grupo sem doença.

Katsui et al.⁹⁸, em 2016, avaliam o posicionamento dos sesamoides em 142 pacientes com hálux valgo utilizando uma TCCS, não houve restrição de gênero, grau de deformidade ou idade. Eles classificam o deslocamento do sesamoide em três graus. O grau 3 é associado a maiores ângulos do hálux valgo comparado aos demais grupos, mas não há diferença entre o grau 2 e o grau 1. Já para o AIM, conforme aumenta a gravidade do deslocamento do sesamoide, maior o ângulo.

Kimura et al.¹⁷, em 2017, utilizam uma TCCS para avaliar a hiper mobilidade do primeiro raio. Eles realizam uma tomografia normal e outra com carga simulada. Seguindo o protocolo descrito por Geng et al.⁴², analisam as movimentações angulares das articulações e dos ossos do primeiro raio. Eles comparam 10 pacientes com hálux valgo grave e 10 sem doenças no pé. A primeira articulação tarsometatarsal apresenta diferença estatística nos três planos entre o grupo hálux valgo com 3,6° de dorsiflexão, 4,9° de inversão e 3,2° de adução e o grupo-controle com 2,0° de dorsiflexão, 2,6° de inversão e 1,1° de adução.

Kimura et al.⁴¹, em 2018, utilizam o mesmo protocolo e os pacientes do artigo anterior¹⁷, bem como avaliam a hiper mobilidade intercuneiforme. Eles descrevem um movimento significativo do cuneiforme intermédio em relação ao cuneiforme medial com maior dorsiflexão e inversão nos pacientes com hálux valgo (0,8° e 1,1°) comparado ao controle (0,1° e 0,2°).

Campbell et al.⁹⁹, em 2018, utilizam o aparato de Fadle et al.⁹⁵ para TCCS. Eles comparam dois grupos de 10 pacientes: um com hálux valgo e outro sem doenças. Os autores medem os ângulos do hálux valgo e do intermetatarsal com uma medida

em modelo tridimensional dos ossos, com medições da TC e comparam o resultado com a forma tradicional de realizar as medições nas radiografias com carga. Eles encontram uma correlação Kappa para o ângulo do hálux valgo entre o modelo 3D com a radiografia de 0,8 e de 0,86 entre a tomografia e o modelo 3D. Para o AIM, a correlação Kappa entre o modelo 3D com a radiografia é de 0,74 e entre a tomografia e o modelo 3D é de 0,88. Além disso, eles mediram a pronação da falange do primeiro metatarsal e comparam entre os dois grupos. Eles descrevem uma diferença significativa de pronação da falange e do primeiro metatarsal no grupo de hálux valgo comparado ao grupo sem doença.

Ornig et al.²³, em 2021, descrevem um exame clínico modificado para testar a hipermobilidade do primeiro raio. Eles deixam o tornozelo ficar em neutro e o pé, em eversão máxima, trava os quatro metatarsais laterais enquanto movimentam o primeiro metatarsal no sentido dorsoplantar. Eles comparam pacientes sem doença, com pés com hálux valgo e pés com hálux valgo recidivado. Eles acham uma positividade desse teste de 0% na população-controle, 62% no grupo de hálux valgo e de 100% no grupo com hálux valgo recidivado. Quando analisam comparativamente paciente com o teste positivo e com negativo, verificam diferença na maioria das medidas na TCCC (rotação do primeiro metatarsal, angulação dorsal, ângulo do hálux valgo e AIM). No entanto, quando comparada a hipermobilidade na TCCC com a TCSC, só acham significância na rotação do primeiro metatarsal. E, quando a comparação é só entre paciente com hálux valgo com e sem hipermobilidade, a diferença só é visualizada no ângulo do hálux valgo e no AIM na TCCC e na rotação do primeiro metatarsal na mudança da TCCC para a TCSC.

Zhong et al.¹⁰⁰, em 2021, analisam a confiabilidade de mensurações angulares utilizando imagens de reconstrução tridimensional de TCCS em comparação com radiografia simples. Eles analisaram 42 pés com hálux valgo sintomático com indicação cirúrgica e média de idade de 37,5 anos. As imagens tridimensionais apresentam boa correlação interobservador (0,9), com uma diferença média da radiografia para a imagem tridimensional de 0,2° para o ângulo do hálux valgo e de 0,1° para o AIM.

Conti et al.¹⁰¹, em 2021, comparam três diferentes formas de medir a rotação do primeiro metatarsal. Essas formas de medir são a medida de rotação utilizando o ângulo α (ângulo entre a linha vertical e a linha que passa entre os dois sulcos sesamoidais), o método tridimensional descrito por Campbell et al.⁹⁹ e o ângulo

triplanar. O ângulo triplanar é calculado em relação à cortical dorsal do segundo sesamoide ou em relação ao solo com uma reta criada passando no ápice dos dois sulcos sesamoidais. As medidas foram feitas em exames de imagens adquiridos em TCCS. A população analisada são 30 pacientes com hálux valgo submetidos à cirurgia de Lapidus como correção da deformidade e que realizaram o exame de TCCS previamente à cirurgia. Não há correlação intraclasse entre o ângulo α e o tridimensional, há uma correlação moderada entre o ângulo α e o ângulo triplanar solo, mas não entre o ângulo α e o ângulo triplanar e segundo metatarsal. Por fim, não há correlação entre os ângulos triplanar e o tridimensional.

Day et al.¹⁰², em 2021, realizam um estudo para validação de um programa para mensuração automática do AIM em pacientes com hálux valgo em imagem bidimensional e tridimensional comparado com a mensuração manual. Para isso, utilizam 59 pés com hálux valgo e 69 pés sem doença, esses pacientes foram submetidos à TCCC. As medidas manuais são feitas por observadores treinados, e o exame também é analisado pelo programa Disior[®] da Paragon 28 (Helsinki, Finlândia). A leitura manual obtém um AIM médio de 15,4°, enquanto na automática o valor bidimensional é de 17,8° e na tridimensional, de 16,8°; no grupo com hálux valgo é de 8,6° no manual, 11,2° no bidimensional e 11,0° no tridimensional para o grupo sem doença. O TCI da mensuração automática do AIM nas medidas automáticas bidimensional e tridimensionais são de 99%. O tempo para medir manualmente é de 23,6 segundos, enquanto o computador demora 14,5 segundos para produzir as duas medidas.

4 MÉTODOS

4.1 DESENHO DO ESTUDO

Este é um estudo observacional comparativo prospectivo no qual foram avaliadas voluntárias com diagnóstico de hálux valgo clínico e radiológico, a ser definido pelo AHV, com instabilidade clínica no teste de Morton²¹, voluntárias com diagnóstico de hálux valgo sem instabilidade clínica no teste de Morton²¹. O checklist STROBE foi seguido para descrever o estudo¹⁰³. Foi realizado um projeto-piloto com voluntárias saudáveis para analisar a viabilidade e parametrizar as aferições da pesquisa.

4.2 APROVAÇÃO NA COMISSÃO DE ÉTICA

Foi obtida aprovação na Comissão Científica do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (SGP 21835) (Anexo A) e no Comitê de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, via Plataforma Brasil (número de controle CAAE: 52437321.7.0000.0068) (Anexo B).

4.3 CUSTOS

O estudo não contou com auxílio financeiro de nenhum órgão de fomento à pesquisa. Os gastos da pesquisa estavam contemplados pelo orçamento do laboratório. Os pesquisadores não apresentaram conflito de interesses.

4.4 POPULAÇÃO ESTUDADA

As voluntárias foram recrutadas entre dezembro de 2022 e setembro de 2023 do ambulatório do Grupo de Pé e Tornozelo do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Os exames de TCCC foram realizados no mesmo período no departamento de radiologia dentro do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo no Laboratório Professor Manlio Mario Marco Napoli.

4.5 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

4.5.1 Critérios de inclusão

Incluimos voluntárias com idade entre 40 anos e 65 anos no momento do recrutamento, para diminuir influência de hálux valgo juvenil nos mais novos e de artroses nas idades mais avançadas. Selecionamos somente mulheres, em razão de a doença ter uma prevalência significativa maior nesse sexo.

As voluntárias deveriam possuir um diagnóstico clínico de hálux valgo, caracterizado com a proeminência medial do primeiro metatarsal e adução da falange, confirmado por dois médicos ortopedistas especialistas em pé e tornozelo com os pés analisados em posição ortostática (Figura 1). E para definir se a voluntária foi alocada no grupo com instabilidade clínica ou sem instabilidade clínica, os mesmos médicos realizaram o teste clínico de Morton²¹ e definiram por consenso em qual dos dois grupos o pé seria alocado.

Figura 1 - Exame clínico com carga. Pé considerado clinicamente com hálux valgo e alocado para um dos dois grupos, a deformidade posteriormente foi confirmada com radiografia com medida do AHV maior que 15°



Fonte: figura de acervo próprio.

4.5.2 Critérios de não inclusão

As voluntárias diagnosticadas com outras patologias do pé e tornozelo, como hálux rígido, artroses das articulações do pé, barra óssea, osteocondrites, lesão condral, fraturas prévias do pé, do tornozelo ou da perna não foram incluídas no grupo de análise. Tampouco foram incluídas voluntárias com artrose do pé, mesmo que assintomática. A presença de doenças sistêmicas que possam afetar o pé, como diabetes, artrite reumatoide, gota, doenças neuromusculares, foi um critério de não inclusão. As voluntárias com cirurgia prévia do pé e/ou do tornozelo e outras deformidades nessa região também não foram incluídas. Casos de hálux valgo traumáticos também não foram incluídos. A contraindicação à realização de tomografia no aparelho de TCCC foi critério de não inclusão, sendo que a única contraindicação desse exame era gravidez. Não concordar e/ou não assinar o termo de consentimento livre e esclarecido também foi um critério de não inclusão.

4.5.3 Critérios de exclusão

Excluíram-se as voluntárias que apresentaram anomalias do exame ou aquelas em que foram identificadas patologias no pé e tornozelo nas imagens adquiridas para a pesquisa. As voluntárias dos grupos com hálux valgo foram excluídas quando o valor do ângulo do hálux valgo medido na radiografia anteroposterior do pé tenha sido menor que 15° (essa medida de ângulo, na literatura, marca o início da deformidade)⁸. Já para o grupo-controle, a exclusão ocorreu quando o valor do ângulo do hálux valgo na radiografia anteroposterior do pé tenha sido maior que 15°.

4.5.4 Pareamento

Os grupos analisados foram pareados pela idade e pelo índice de massa corpórea, para diminuir os fatores confundidores.

4.6 FLUXO DE AVALIAÇÃO

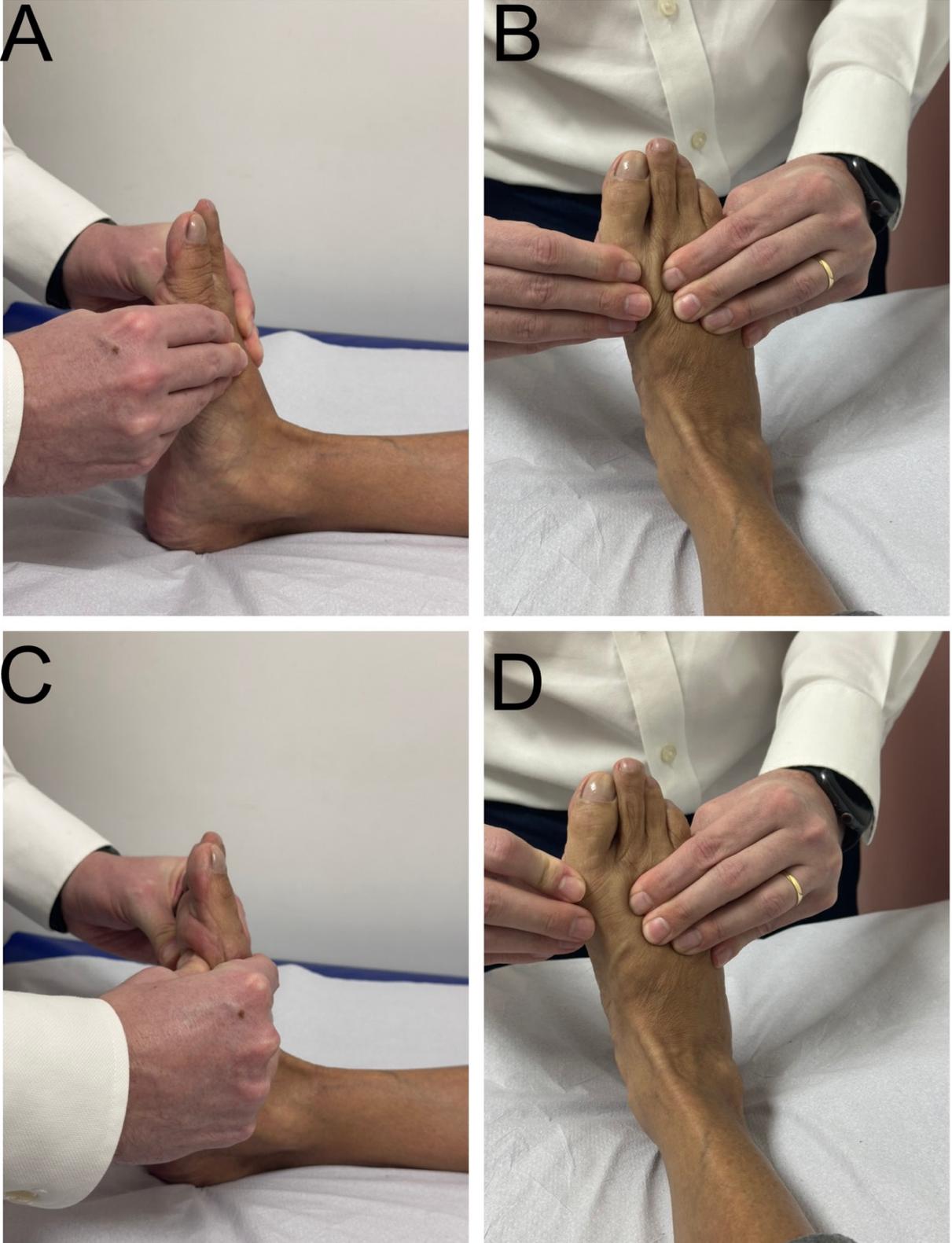
4.6.1 Avaliação clínica inicial, termo de consentimento

As voluntárias foram submetidas à avaliação clínica por dois médicos especialistas, sendo selecionadas para um dos grupos. Aplicou-se o termo de consentimento esclarecido para as voluntárias assinarem e participarem da pesquisa (Anexo C). Após esse procedimento, as voluntárias foram encaminhadas ao setor de radiologia do Instituto de Ortopedia e Traumatologia para a avaliação tomográfica.

4.6.2 Exame clínico para testar hiper mobilidade

A voluntária foi examinada clinicamente utilizando-se o teste clínico de Morton por dois médicos. Caso houvesse discordância, o teste era avaliado em conjunto pelos dois médicos até chegar a um consenso entre eles. Esse teste foi feito com a voluntária sentada, levantando o membro inferior analisado e apoiando o pé na perna do médico, o tornozelo foi mantido em neutro e os quatro raios laterais foram estabilizados, segurando-os em pinça com uma das mãos, enquanto a outra mão realizou um movimento de pinça sobre o primeiro metatarsal, mobilizando-o de dorsal para plantar. Dessa forma, definiu-se se era hiper móvel ou não (Figura 2). Os médicos que realizaram esse exame eram ortopedistas, com título de especialistas de pé e tornozelo pela Associação Brasileira de Pé e Tornozelo, sendo um com dois anos de especialização e os outros três que examinaram possuíam mais de cinco anos de formação na subespecialização.

Figura 2 - Teste de Morton²¹. A e B: exame manual para avaliar clinicamente a hiper mobilidade do primeiro raio de acordo com Morton²¹. C e D: uma força dirigida dorsalmente é aplicada ao primeiro raio com uma mão, enquanto a outra mão estabiliza do 2º ao 5º metatarsal. A partir da sensação ou não de mobilidade da articulação, classifica-se como hiper móvel ou não



Fonte: figuras de acervo próprio.

4.6.3 O exame de tomografia computadorizada com carga

Na sequência, a voluntária foi encaminhada para o setor do Departamento de Radiologia do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo no Laboratório Professor Manlio Mario Napoli.

A voluntária realizou dois exames de tomografia no aparelho de TCCC. A primeira TCCC foi realizada com a voluntária sentada em uma cadeira, com os pés apoiados na plataforma TCSC (Figuras 3 A e B). O posicionamento do tornozelo foi em neutro e sem colocar carga, a não ser um contato simples. Além disso, durante o posicionamento do pé, o membro inferior foi rodado para o eixo longo do pé (do segundo metatarsal para o calcâneo), seguindo as marcações lineares que existiam na plataforma de apoio da TCCC. Essa posição foi denominada posição 1.

Após confirmada a captação da primeira TCCC, solicitou-se para a voluntária se manter em posição ortostática, distribuindo carga de maneira uniforme nos dois pés. Foi, então, realizada uma nova aquisição de imagens tomográficas, desta vez, com carga (Figuras 3 C e D). Nessa segunda captação de imagem, mantiveram-se a articulação do tornozelo em neutro e o membro rodado para seguir as marcações da TCCC. Essa posição foi denominada posição 2.

Figura 3 - Aparelho TCCC com o posicionamento da voluntária. A e B: voluntária sentada sem colocar carga com membro rodado para seguir o alinhamento das marcações do aparelho. C e D: voluntária em posição ortostática com carga plena. Figuras de acervo próprio com membro rodado para seguir o alinhamento das marcações do aparelho. TCCC: tomografia computadorizada com carga



Fonte: figuras de acervo próprio.

4.7 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA COM CARGA E RADIAÇÃO

O aparelho usado foi o Cone beam CT LineUP, uma TCCC da Curve Beam® (Hatfield, PA, EUA), tendo em sua especificação um campo de visão de 20 cm de altura e de 20 cm a 35 cm de diâmetro. Além disso, a radiação emitida para cada exame bilateral foi de 5 μSv (total de 10 μSv para o protocolo inteiro para voluntária com os dois pés analisados), o que apresenta menos radiação do que as tomografias computadorizadas tradicionais.

A aquisição de cada exame demorou cerca de três minutos, além de cerca de um a dois minutos para processar a imagem, portanto o tempo total para cada posição foi de aproximadamente cinco minutos, fazendo que o tempo total para aquisição das duas posições fosse ao redor de dez minutos.

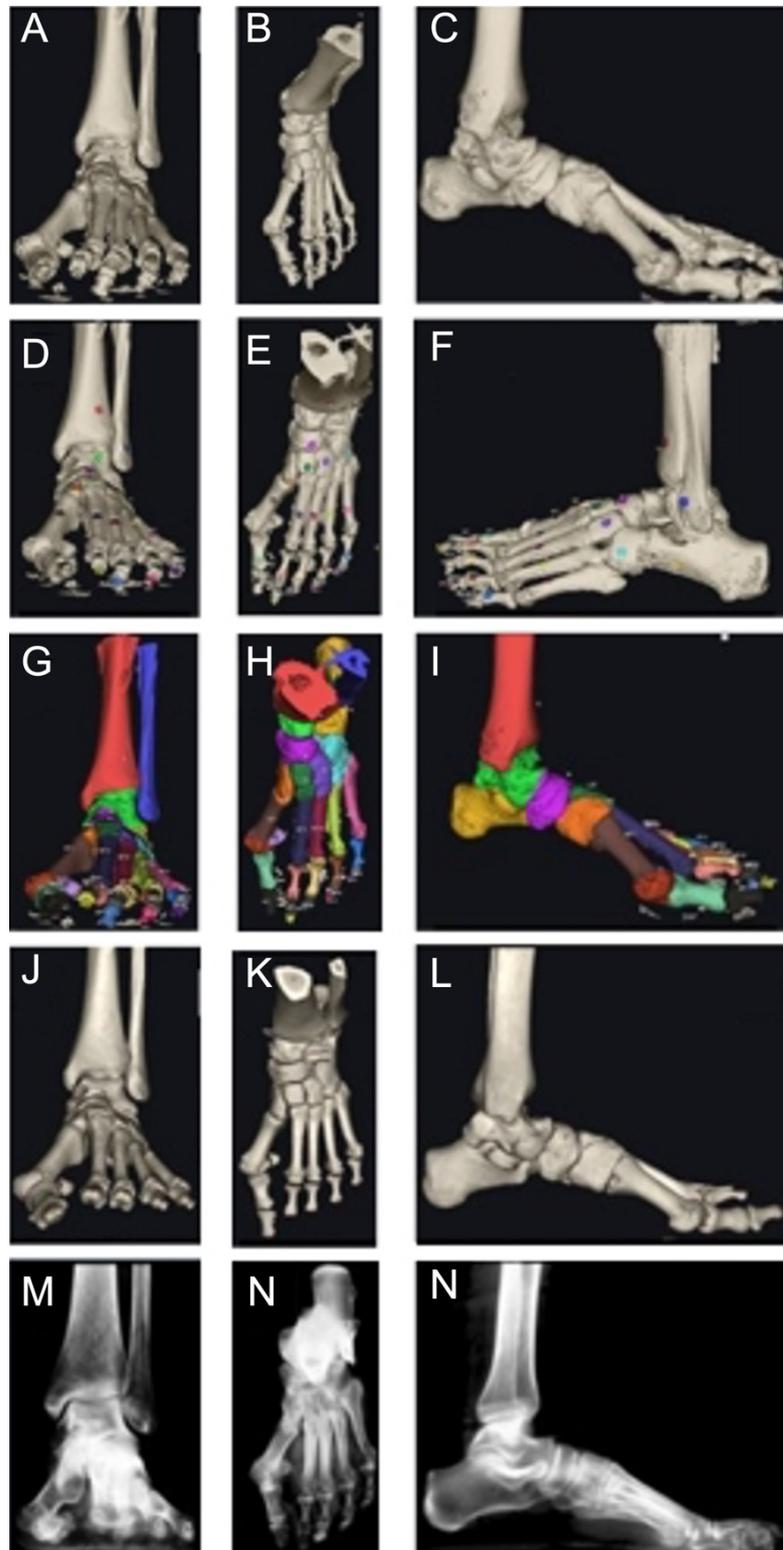
A aquisição foi feita seguindo o protocolo de base do aparelho para captura de exame bilateral para pé em campo largo chamado X-CBCT_DB_120. O protocolo realiza o exame com 120kVp, 5,0 mA, 43,2 mAs, tempo de rotação de 26 segundos, CTDI vol de 2,717 mGy, um produto da área por dose de 15,01dGy*cm² com um pulso de 12 milissegundos, e cada exame realizou 720 pulsos. Não foi usado incremento (0 mm), o detector de colimação foi fixado em 5% por calibração de fábrica, a espessura do corte foi de 0,31 mm +/- 0,5 mm com distância de 0,3 mm para o próximo corte, e o campo de visão foi de 35 cm de diâmetro por 20,9 cm de altura. Não foi utilizado filtro na aquisição.

Juntamente com a imagem tomográfica, a TCCC forneceu radiografia digital anteroposterior do pé.

4.8 LEITURA DAS IMAGENS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

As análises dos exames de tomografia foram feitas utilizando o programa Disior® da Paragon 28 (Helsinki, Finlândia). Esse programa importava a imagem DICOM gerada na TCCC e analisava o pé como um todo. E, com auxílio de marcação manual, o equipamento realizou uma segmentação automática de cada osso do pé e tornozelo (Figura 4).

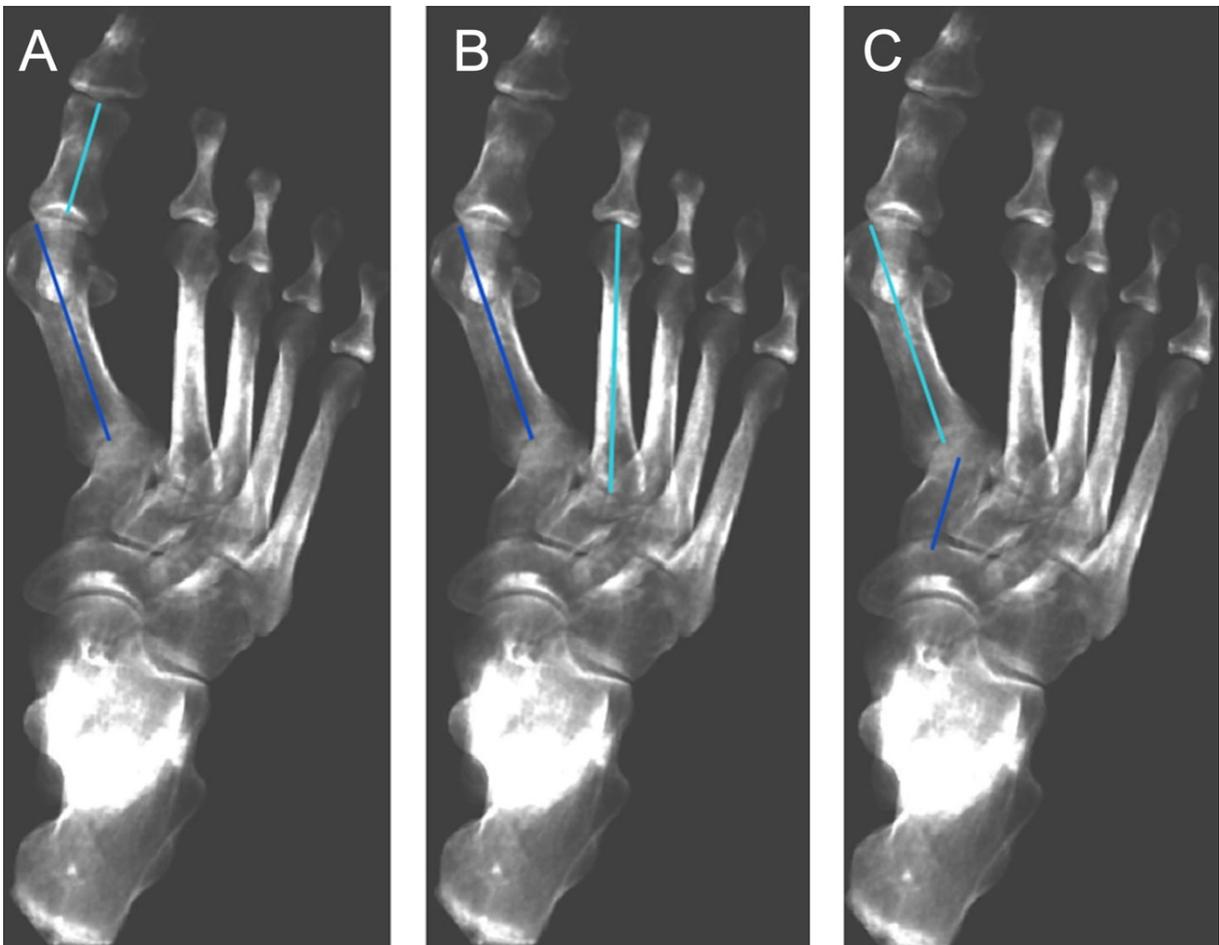
Figura 4 - Processo de segmentação no software Disior® da Paragon 28 (Helsinki, Finlândia). A, B e C: visão 3D do exame (coronal, axial e sagital) obtida com a importação do exame. D, E e F: seleção de cada osso para segmentação do software (corte coronal, axial e sagital), para que, com essa demarcação, o software consiga segmentar os ossos. G, H e I: cada osso segmentado (coronal, axial e sagital visão). J, K e L: modelo 3D do pé segmentado. M, N e O: raio-X adquirido com a segmentação pelo programa



Fonte: figuras de acervo próprio.

Juntamente com a segmentação, esse programa calcula automaticamente diversos ângulos do pé utilizando os exames tomográficos. Essa mensuração automática para ângulos na deformidade do hálux valgo já foi validada na literatura, demonstrando ter um TCI de 0,99¹⁰². Avaliaram-se as medidas que estavam diretamente correlacionados ao hálux: AHV, AIM e o ângulo da primeira articulação tarsometatarsal (AATMT) na radiografia anteroposterior (Figura 5). Esses ângulos foram medidos somente no exame de TCCC, conforme a literatura descreve⁸.

Figura 5 - Medidas radiográficas da angulação do pé. A: ângulo do hálux valgo na radiografia anteroposterior (AHV). B: ângulo 1° - 2° intermetatarsal na radiografia anteroposterior (AIM). C: ângulo da primeira articulação tarsometatarsal (AATMT)

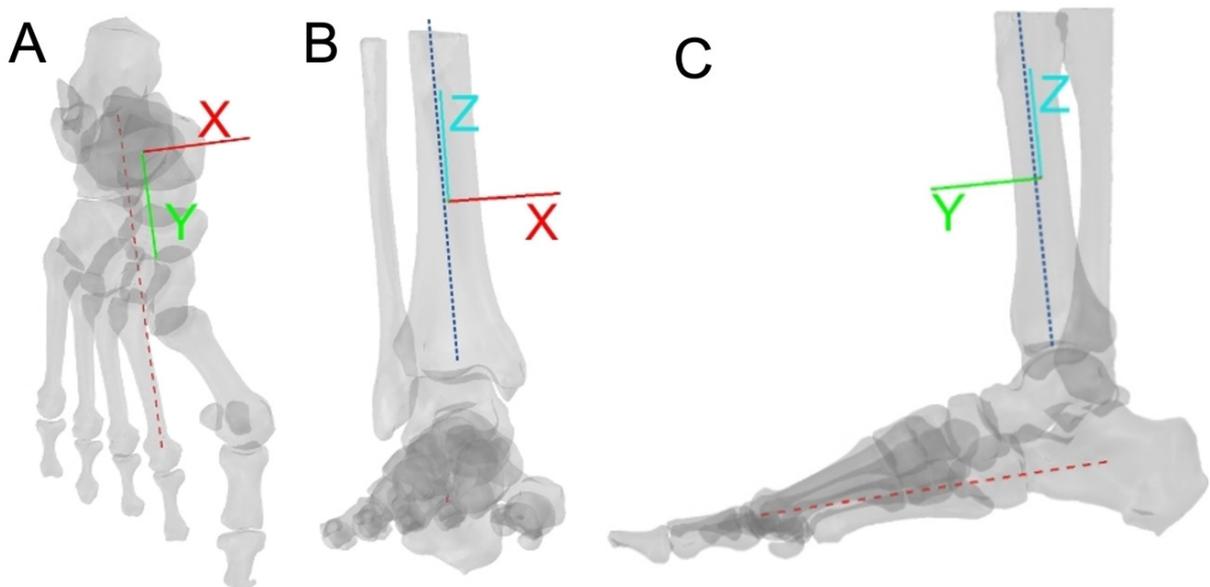


Fonte: figuras de acervo próprio.

Para analisar a movimentação do primeiro raio, realizou-se um segundo processo de análise dos dados da TCCC, no qual foram enviados os arquivos DICOM para a empresa e 28 e lá foi dado o seguimento nos cálculos. Para essa parte, os ossos foram novamente segmentados nas posições 1 e 2 e foram descritos três planos

com um eixo de base para descrever o movimento de cada osso, seguindo o protocolo descrito por Kimura et al.¹⁷. Os eixos foram descritos com o eixo Z, representando o eixo axial da tíbia, que é definido como a conexão de dois pontos médios de duas retas vindos das corticais. O eixo Y é um produto da multiplicação do vetor do eixo Z com um vetor definido do centro do calcâneo até a cabeça do segundo metatarsal, considerado o eixo longo do pé. Por fim, o eixo X foi definido como um produto do vetor do eixo Z com o eixo Y (Figura 6).

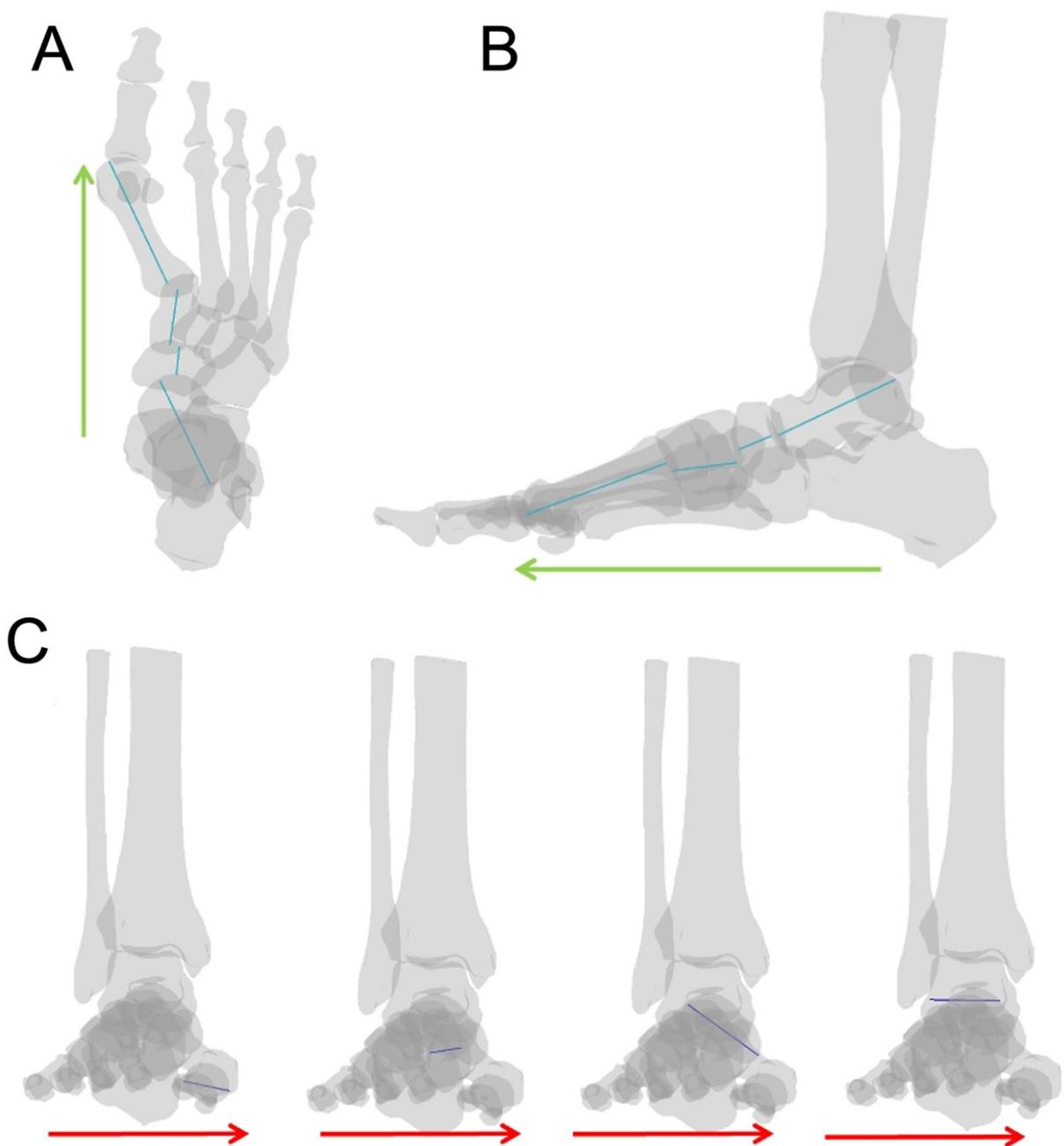
Figura 6 - Linha de base de cada plano para calcular a angulação. A: imagem tomográfica axial. B: imagem tomográfica coronal. C: imagem tomográfica sagital. Linha pontilhada vermelha eixo do centro do calcâneo ao centro da cabeça do segundo metatarsal, linha pontilhada azul-escuro: eixo axial da tíbia, linha azul: eixo Z, linha verde: eixo Y e linha vermelha: eixo X, definidos conforme protocolo de Kimura et al.¹⁷



Fonte: figuras de acervo próprio.

Os ossos foram descritos por meio do ângulo formado pelo seu eixo longo. Para o movimento axial, foi comparado o eixo longo dos ossos na imagem axial com o eixo Y, e o valor positivo representa abdução (Figura 7A). Para o movimento no plano sagital, comparou-se o eixo longo dos ossos na imagem sagital com o eixo Y, e o valor positivo representa flexão plantar (Figura 7B). Por fim, para o movimento no plano coronal, comparou-se o eixo longo do osso na imagem coronal com o eixo X, e o valor positivo representou inversão (Figura 7C).

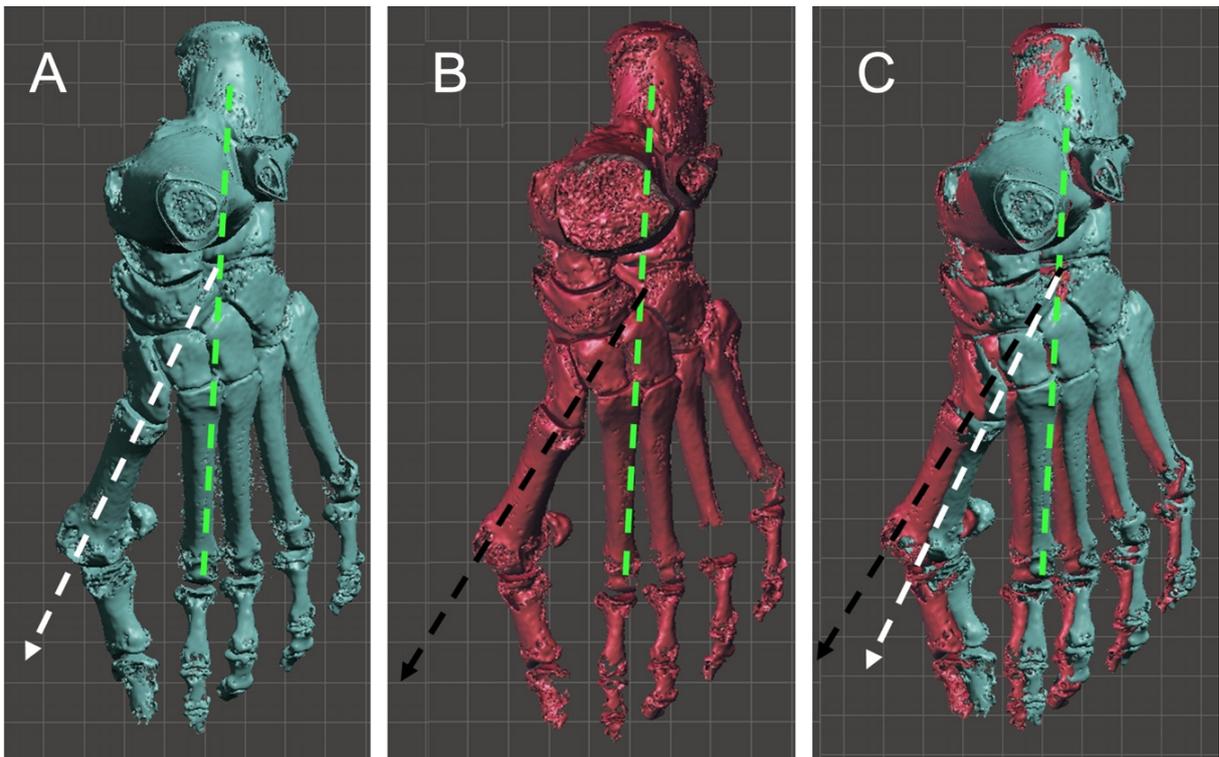
Figura 7 - Imagem demonstrando os eixos para análise dos ossos. A: imagem tomográfica axial com o eixo axial dos ossos (em azul), adquirido por inteligência artificial por meio do ponto médio da articulação proximal e distal, comparado com o eixo Y (em verde). B: imagem tomográfica sagital com o eixo axial dos ossos (em azul), adquirido por inteligência artificial por meio do ponto médio da articulação proximal e distal, comparado com o eixo Y (em verde). C: imagem tomográfica coronal com o eixo axial dos primeiro metatarsal, do cuneiforme médio, do navicular e do tálus na ordem determinada (em roxo), adquirido por inteligência artificial por meio do ponto médio da articulação proximal e distal, comparado com o eixo X (em vermelho)



Fonte: figuras de acervo próprio.

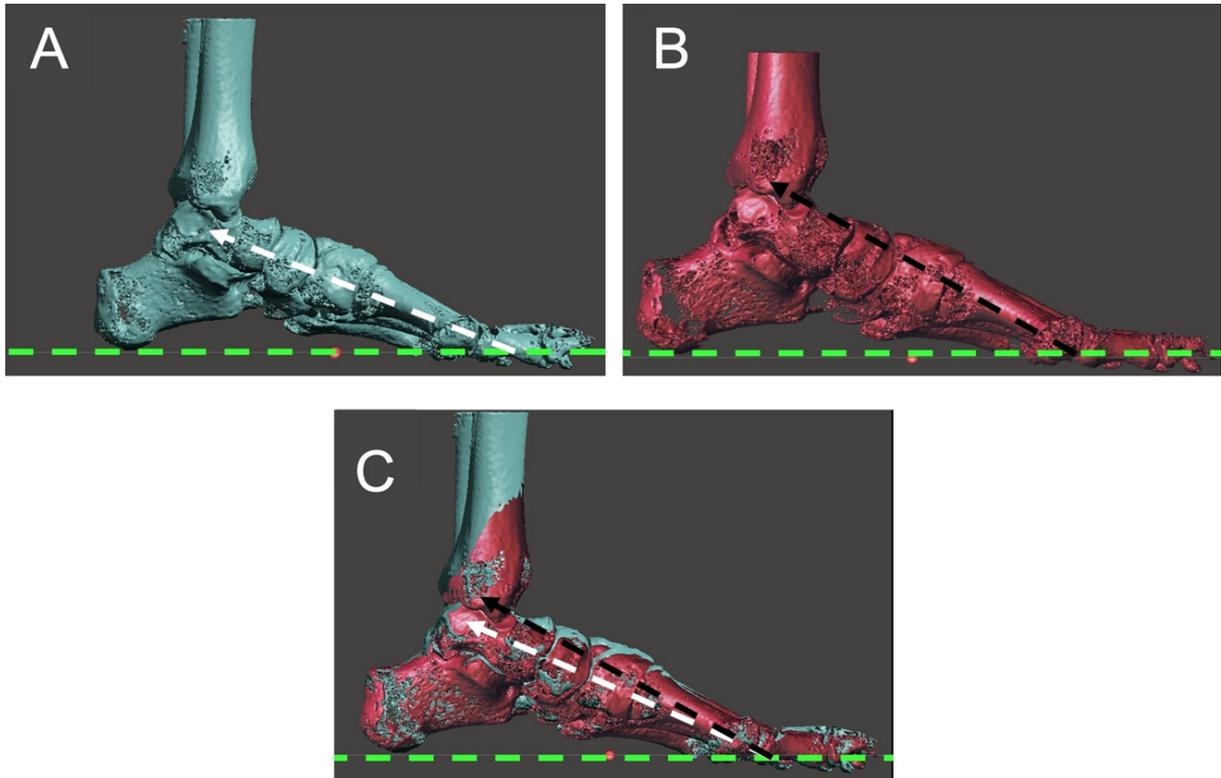
Foi avaliada a movimentação angular desses ossos de forma comparativa, subtraindo a posição ortostática da sentada (posição 2 – posição 1) e, assim, verificar a mobilidade de cada osso (Figuras 8, 9 e 10).

Figura 8 - Imagens ilustrativas de como funcionam a subtração dos ângulos e assim definir a movimentação dos ossos no plano axial. A: ângulo na posição 1 do primeiro metatarsal no plano axial adquirido por meio do protocolo descrito previamente. B: ângulo na posição 2 do primeiro metatarsal no plano axial por meio do protocolo descrito previamente. C: subtração do ângulo 2 ao ângulo 1, mostrando o movimento do primeiro metatarsal no plano axial



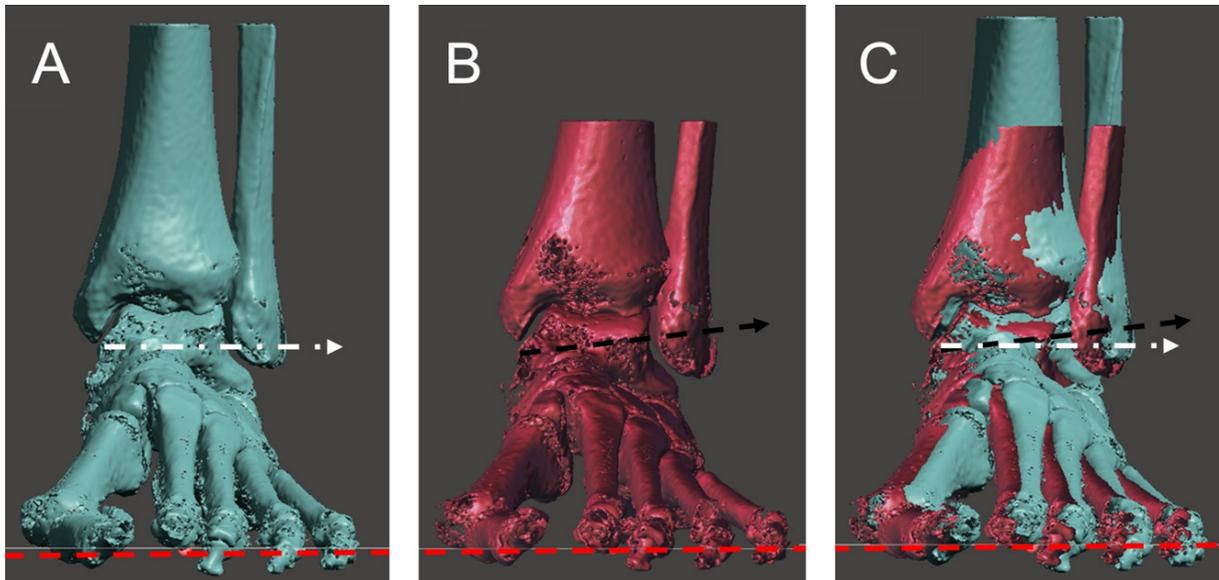
Fonte: figuras de acervo próprio.

Figura 9 - Imagens ilustrativas de como funcionam a subtração dos ângulos e assim definir a movimentação dos ossos no plano sagital. **A:** ângulo na posição 1 do primeiro metatarsal no plano sagital adquiridos por meio do protocolo descrito previamente. **B:** ângulo na posição 2 do primeiro metatarsal no plano sagital por meio do protocolo descrito previamente. **C:** subtração do ângulo 2 ao ângulo 1, mostrando o movimento do primeiro metatarsal no plano sagital



Fonte: figuras de acervo próprio.

Figura 10 - Imagens ilustrativas de como funcionam a subtração dos ângulos e, assim, definir a movimentação dos ossos no plano coronal. A: ângulo na posição 1 do tálus no plano coronal adquirido por meio do protocolo descrito previamente. B: ângulo na posição 2 do tálus no plano coronal por meio do protocolo descrito previamente. C: subtração do ângulo 2 ao ângulo 1, mostrando o movimento do tálus no plano coronal

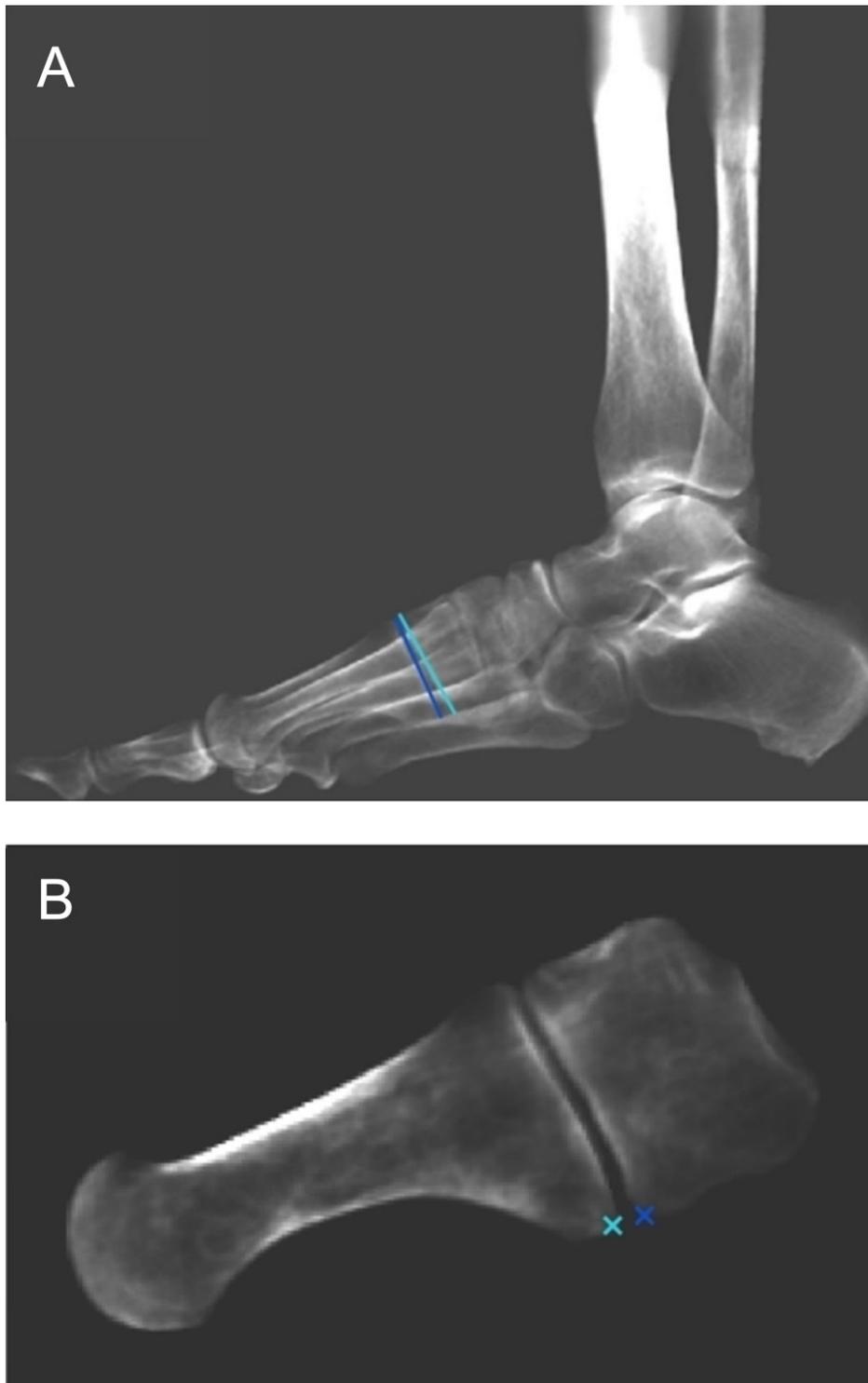


Fonte: figuras de acervo próprio.

Mediu-se o movimento 3D de cada osso. Para mensurá-lo, realizou-se a soma de todos os movimentos em todos os planos de cada osso para entender o total de movimentação que o osso fez. Utilizaram-se os valores em módulo, não levando em conta a direção do movimento.

Além disso, para analisar a movimentação, realizaram-se as medidas para analisar o *gap* da primeira articulação tarsometatarsal, com a medida angular do *gap* e a medida de distância inferossuperior e próximo distal (Figura 11). Analisaram-se essas medidas na posição ortostática e a diferença entre as medidas e as posições, subtraindo a posição ortostática da sentada (posição 2 – posição 1).

Figura 11 - Imagens demonstrando as medidas para analisar o *gap* plantar da primeira articulação tarsometatarsal. A: cálculo angular do *gap* plantar primeira articulação tarsometatarsal, com a linha azul representando a linha articular distal do cuneiforme medial e a roxa representando a linha articular proximal do primeiro metatarsal. B: cálculo da distância da primeira articulação tarsometatarsal, com a marcação roxa representando o ponto mais plantar da linha articular distal do cuneiforme medial e a marcação azul representando o ponto mais plantar da linha articular proximal do primeiro metatarsal



Fonte: figuras de acervo próprio.

Para calcular o *gap* da angulação da primeira articulação tarsometatarsal, utilizou-se a imagem sagital do pé no qual uma reta foi definida seguindo a linha articular distal do cuneiforme medial e a outra a linha articular proximal do primeiro metatarsal, e os valores positivos indicavam um *gap* plantar (Figura 11A).

Para calcular a distância do *gap* plantar, utilizou-se o ponto mais plantar linha articular distal do cuneiforme medial e o ponto mais plantar linha articular proximal do primeiro metatarsal, calculou-se a distância inferossuperior e próximo distal desses pontos, e o valor positivo representou que o primeiro metatarsal estava mais plantar que o cuneiforme medial (Figura 11B).

4.9 VIÉS

Os principais vieses foram o de seleção, na qual as voluntárias dos grupos hálux valgo estavam procurando tratamento cirúrgico e, por isso, foram convidadas a participar da pesquisa, o que pode ter levado à seleção de casos com sintomas acima da população normal.

4.10 CÁLCULO AMOSTRAL

Para realizar o cálculo amostral, foi utilizado o artigo do Kimura et al.¹⁷, no qual os autores realizam a análise da hipermobilidade do primeiro metatarsal no plano sagital, utilizando a TCCS. O valor médio da movimentação nesse plano foi de $3,6^\circ \pm 2,3^\circ$ de dorsiflexão no grupo do hálux valgo e $2,0^\circ \pm 1,3^\circ$ de dorsiflexão no controle ($p=0,037$). Utilizou-se a movimentação da articulação tarso primeiro metatarsal no plano sagital com a hipótese nula de que não há diferença na movimentação entre os dois.

4.10.1 Programa estatístico e limites

Implementaram-se α de 0,05 e $1 - \beta$ de 0,80, bem como se usou o programa G*Power 3.1.9.6 (Erdfelder, Faul, & Buchner, Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Alemanha). O cálculo amostral foi de 18 pés por grupo, totalizando 54 pés no projeto todo.

4.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis numéricas foram descritas utilizando a média e desvio-padrão. Já as variáveis categóricas foram descritas pelo número absoluto e pela porcentagem dentro do grupo.

Realizamos comparações numéricas entre o grupo de voluntárias com hálux valgo com hipermobilidade e o grupo de hálux valgo sem hipermobilidade clínica. Para tanto, foi utilizado o teste de Shapiro Wilk para definir a homogeneidade da amostra, e utilizamos o teste T-student para amostras homogêneas e o Welch para não homogêneas.

Utilizou-se o programa JASP 0.18.3 (Jeffreys's Amazing Statistics Program) para realizar os cálculos¹⁰⁴.

4.12 POPULAÇÃO ANALISADA

A média de idade no grupo 1 foi de 56,0 anos ($\pm 6,6$), enquanto no grupo 2, de 55,1 anos ($\pm 8,9$) ($p=0,75$). O índice de massa corpórea (IMC) médio variou de 26,2 a 26,7 ($p=0,7$) (Tabela 1). No grupo 1, 62% dos pés eram direito; no grupo 2, a divisão foi igual entre os pés direito e esquerdo.

Tabela 1 - Dados populacionais de cada grupo

Grupo	Idade	IMC	Lateralidade
1	56 ($\pm 6,6$)	26,7 ($\pm 3,8$)	62% direito
2	55,1 ($\pm 8,9$)	26,2 ($\pm 3,6$)	50% direito
<i>P</i>	0,75	0,7	

IMC: índice de massa corpórea.

5 RESULTADOS

Todos os pacientes avaliados na pesquisa acabaram se enquadrando nos critérios de inclusão e não inclusão. Nenhum deles se enquadraram nos critérios de exclusão. E todos os pacientes apresentaram concordância de 100% no teste de clínico de Morton²¹ entre os dois avaliadores.

Na mensuração dos ângulos radiográficos AHV, AIM e AATMT, não houve diferenças significativas entre os grupos ($p>0,05$) (Tabela 2 e Gráfico 1). Considerado hálux valgo moderado pela classificação na medida do AHV e grave pela AIM.

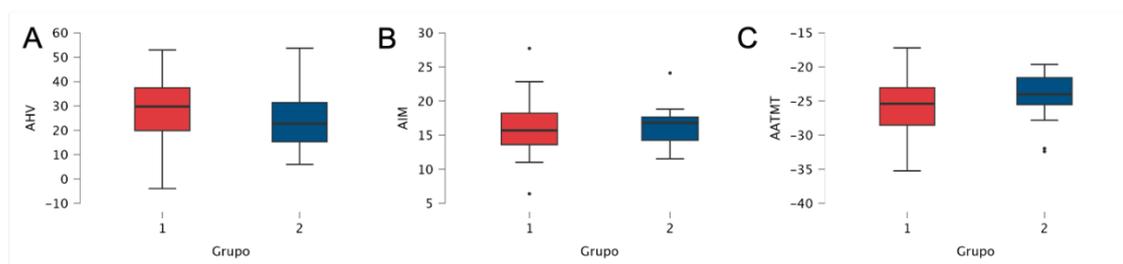
Tabela 2 - Ângulos das radiografias

Grupo	AHV (°)	AIM (°)	AATMT (°)
1	28,28 (±14)	16,21 (±4,6)	25,85 (±4,5)
2	23,47 (±12)	16,12 (±3,1)	24,41 (±3,6)
<i>P</i>	0,946	0,297	0,263

AHV: ângulo do hálux valgo; AIM: ângulo intermetatarsal; AATMT: ângulo da articulação tarsometatarsal; °: grau.

** $p<0,001$.

Gráfico 1 - Ângulos medidos na radiografia anteroposterior. A: AHV (°). B: AIM (°). C: AATMT (°)



Fonte: figuras de acervo próprio.

Analisando o movimento do primeiro metatarsal nos planos, o grupo 1 apresentou maior movimentação que o outro em todos os planos, porém não apresentou significância estatística ($p=0,178$ no axial, $0,614$ no coronal e $0,852$ no sagital) (Tabela 3 e Gráficos 2 A, B e C). Os movimentos realizados foram de abdução, dorsiflexão e eversão do osso nos dois grupos.

O grupo 1 apresentou adução no plano axial do cuneiforme medial, enquanto o grupo 2 apresentou abdução, porém sem significância estatística nessa diferença da movimentação ($p=0,129$) (Tabela 3 e Gráficos 2 D, E e F). No coronal, os dois grupos fizeram um movimento de eversão com o grupo 1 movendo mais, mas sem significância estatística ($p=0,71$). Nos planos sagitais, o grupo 1 apresentou maior extensão, entretanto, não apresentou significância estatística ($p=0,951$).

Em relação ao navicular, novamente os grupos apresentaram movimentos contrários no plano axial, o grupo 2 apresentou abdução e o grupo 1, adução, porém não demonstrou significância estatística ($p=0,345$) (Tabela 3 e Gráficos 2 G, H e I). No plano coronal o movimento também foi divergente entre os grupos, o grupo 2 apresentou movimento de inversão, enquanto o outro realizou eversão, mas também sem significância estatística ($p=0,306$). Todos os grupos apresentaram extensão, sendo o grupo 2 o maior ($p=0,821$).

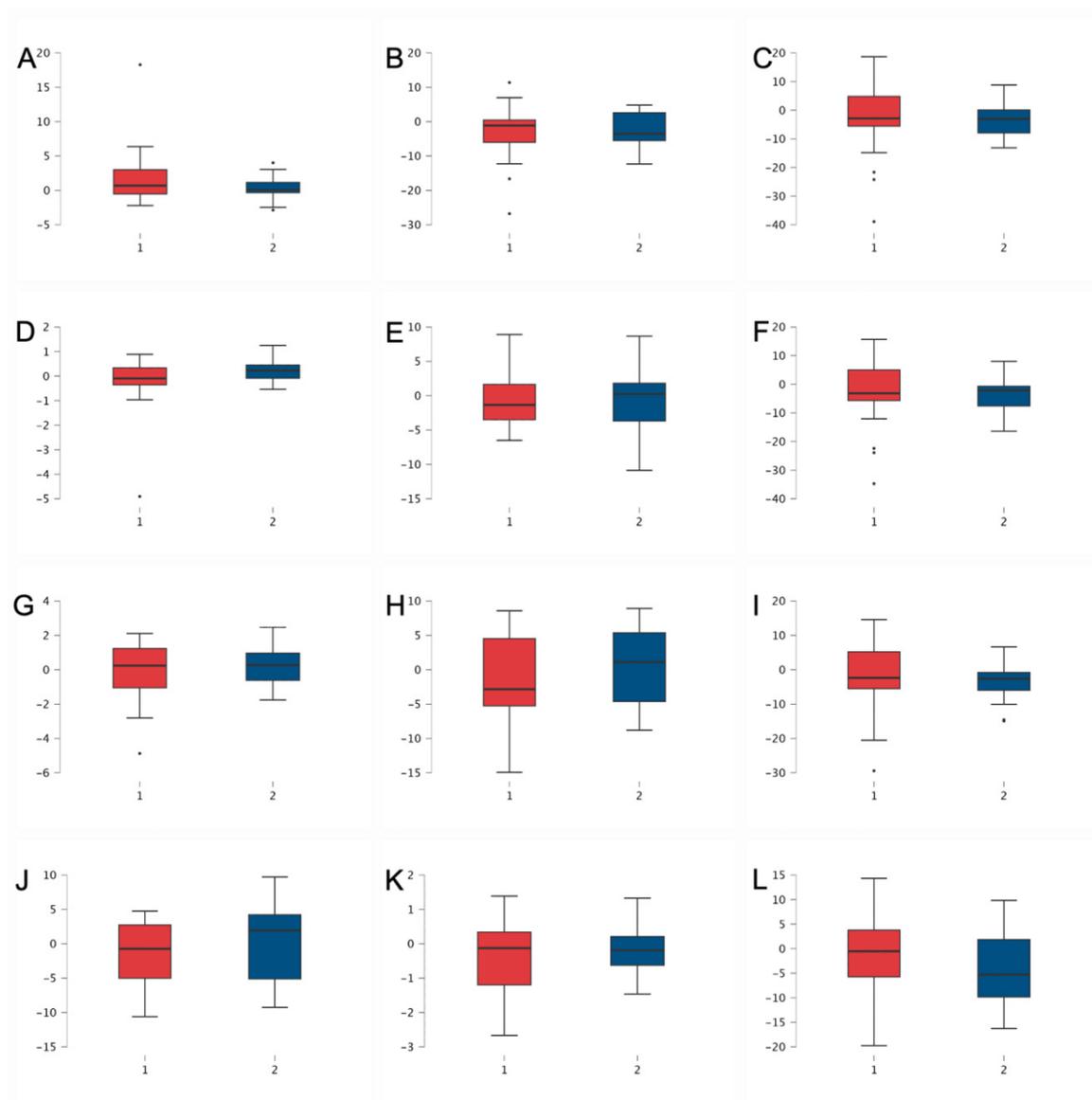
O tálus também não apresentou diferença estatística entre os grupos. No plano axial, o movimento mais uma vez foi divergente com o grupo 1 aduzindo e o grupo 2 abduzindo ($p=0,327$) (Tabela 3 e Gráficos 2 J, K e L). No grupo coronal, novamente o grupo 1 teve mais movimentação em eversão que o grupo 2, porém sem significância ($p=0,315$). Já o sagital do grupo 2 teve maior movimentação em dorsiflexão que o do grupo 1, porém também sem significância ($p=0,325$).

Tabela 3 - Movimentação dos ossos e do primeiro raio em cada plano. Comparando o ângulo da posição 2 com o da posição 1

Grupo	1º metatarsal (°)			Cuneiforme medial (°)			Navicular (°)			Tálus (°)		
	Axial	Coronal	Sagital	Axial	Coronal	Sagital	Axial	Coronal	Sagital	Axial	Coronal	Sagital
1	2,07 (±4,37)	-3,8 (±8,8)	-4,14 (±13,6)	-0,3 (±1,3)	-0,86 (±4,1)	-4,09 (±12,6)	-0,2 (±1,90)	-1,8 (±6,7)	-3,15 (±11,3)	-1,4 (±5,1)	-0,41 (±1,1)	-0,89 (±9,5)
2	0,43 (±1,8)	-2,58 (±5,0)	-3,49 (±5,7)	0,2 (±0,5)	-0,27 (±5,2)	-3,88 (±6,0)	0,31 (±1,3)	0,38 (±5,9)	-3,82 (±5,4)	0,41 (±5,9)	-0,1 (±0,7)	-3,8 (±7,8)
<i>P</i>	0,178	0,614	0,852	0,129	0,71	0,951	0,345	0,306	0,821	0,327	0,315	0,325

°: Grau.

Gráfico 2 - Movimentação dos ossos e do primeiro raio em cada plano. Comparando o ângulo da posição 2 com o da posição 1. A: 1º metatarsal axial. B: 1º metatarsal coronal. C: 1º metatarsal sagital. D: cuneiforme medial axial. E: cuneiforme medial coronal. F: cuneiforme medial sagital. G: navicular axial. H: navicular coronal. I: navicular sagital. J: tálus axial. K: tálus coronal. L: tálus sagital



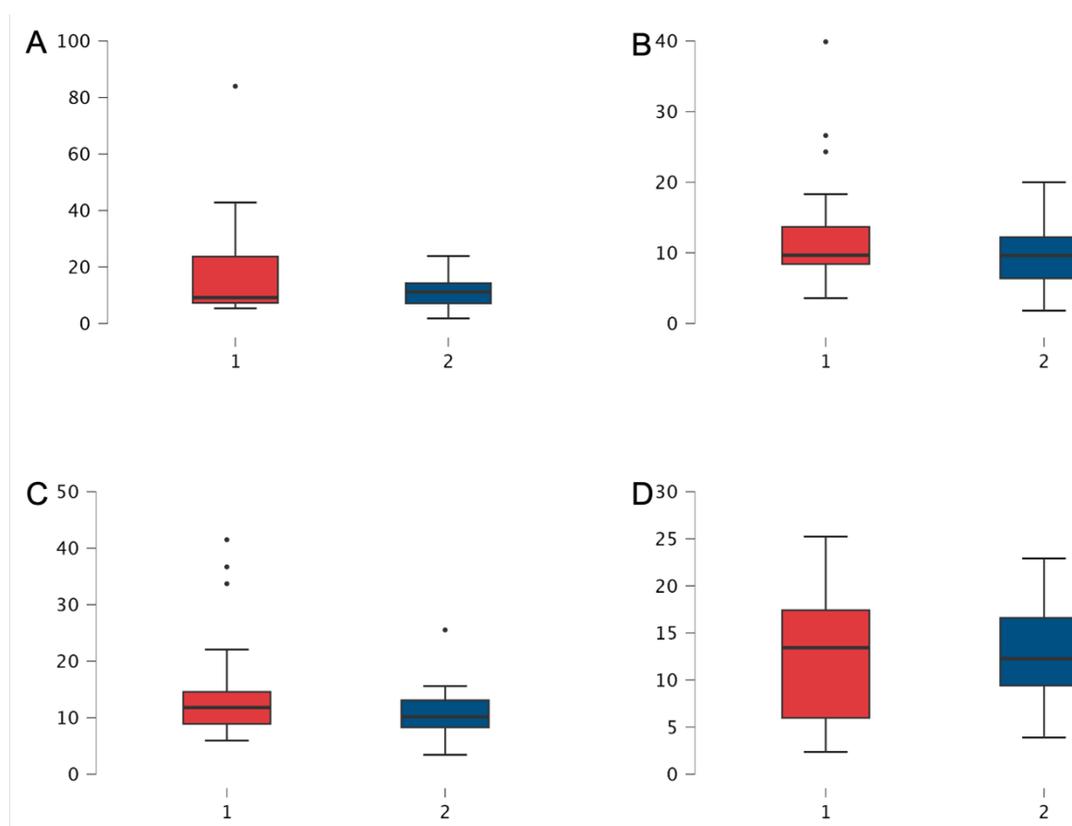
Fonte: figuras de acervo próprio.

Em relação ao movimento 3D (soma dos movimentos dos três planos) do primeiro metatarsal, o grupo 1 apresentou o maior movimento combinado, 18,93 ($\pm 20,1$), e o grupo 2, o menor, 11,3 ($\pm 6,2$), porém sem significância estatística ($p=0,139$) (Tabela 4 e Gráfico 3). Encontrou-se o mesmo padrão no cuneiforme medial e no osso navicular, em todas essas análises não houve significância estatística ($p=0,143$ e $0,101$, respectivamente). A ordem muda no tálus, com o grupo 2 tendo mais movimento do que o grupo 1 ($p=0,893$).

Tabela 4 - Combinação do movimento de cada osso nos três planos

Grupo	Movimento 3D			
	1º metatarsal	Cuneiforme medial	Navicular	Tálus
1	18,93 (±20,1)	13,44 (±8,8)	15,62 (±10,7)	12,68 (±7,0)
2	11,3 (±6,2)	9,77 (±5,3)	10,89 (±5,0)	12,97 (±5,5)
<i>P</i>	0,139	0,143	0,101	0,893

Gráfico 3 - Combinação do movimento de cada osso nos três planos. A: 1º metatarsal. B: cuneiforme medial. C: navicular. D: tálus



Fonte: figuras de acervo próprio.

O grupo 1 apresentou o maior ângulo de *gap* da primeira articulação TMT com carga, 2,78 (±3,0), seguido pelo grupo 2, 0,8 (±1,9) ($p=0,024$) (Tabela 5, Figura 15 e Gráfico 4).

Entretanto, a variação do ângulo de *gap* da primeira articulação TMT entre as posições 1 e 2 não apresentou significância estatística ($p=0,649$) (Tabela 5). Isso também foi demonstrado quando analisada a distância inferior-superior, a distância proximal-distal da articulação TMT ($p=0,628$ e $0,253$, respectivamente). O mesmo vale para a variação comparando a posição 2 à posição 1 das medidas de distância ($p=0,33$ e $0,43$, respectivamente).

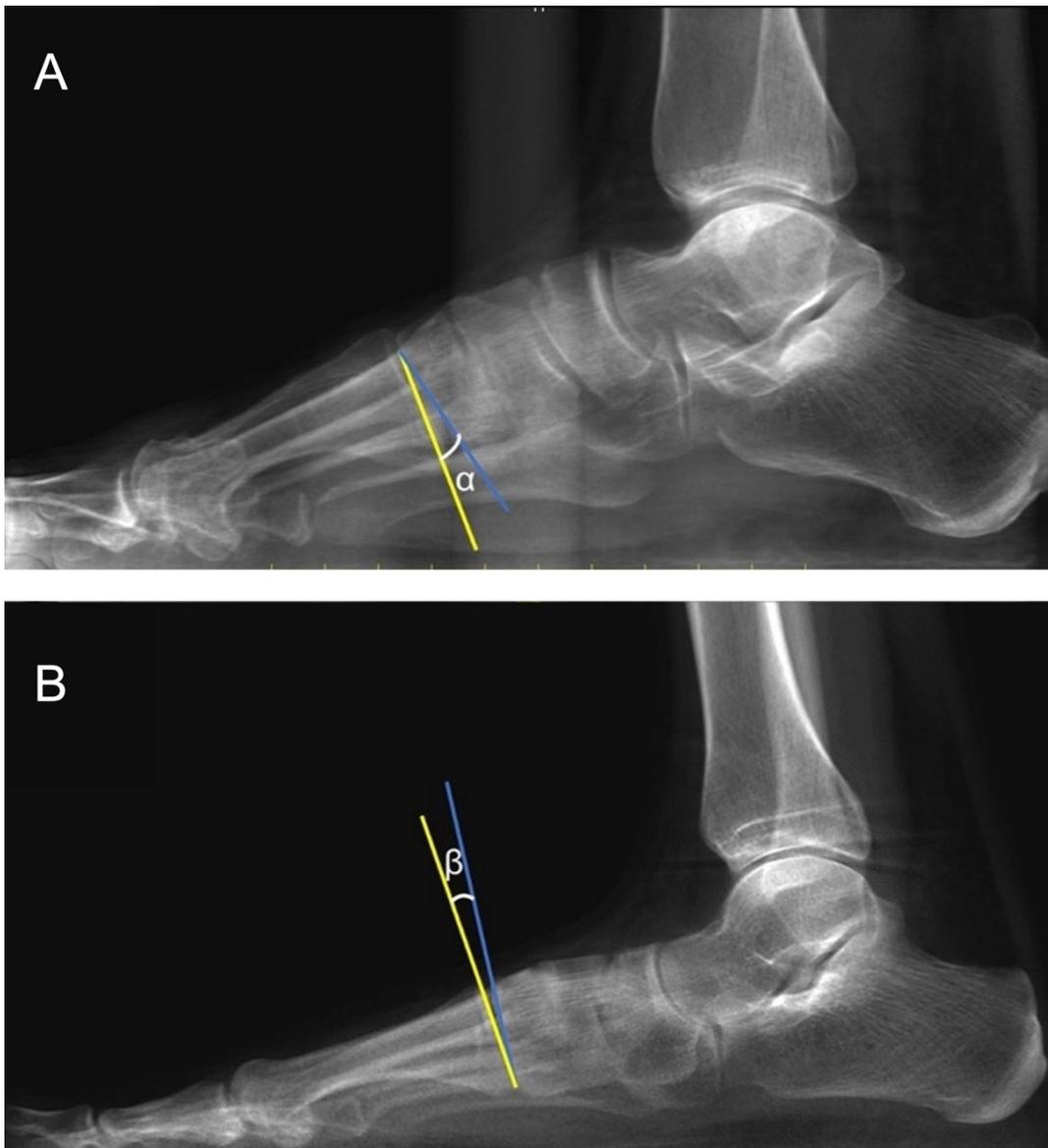
Tabela 5 - Mensuração do *gap* da primeira articulação tarsometatarsal na posição 2. E sua variação comparando a posição 2 com a posição 1

Grupo	Angular (°)		Distância inferior-superior (mm)		Distância proximal-distal (mm)	
	Medida	Diferença	Medida	Diferença	Medida	Diferença
1	2,78 (±3,0)	-0,1 (±1,8)	65,33 (±369,7)	-39,19 (±369,7)	46,76 (±183,7)	-78,33 (±485,2)
2	0,8 (±1,9)	-0,33 (±1,1)	10,15 (±366,1)	102,25 (±360,4)	3,34 (±1,1)	42,52 (±419,2)
<i>P</i>	0,024*	0,649	0,628	0,33	0,253	0,43

°: grau; mm: milímetros.

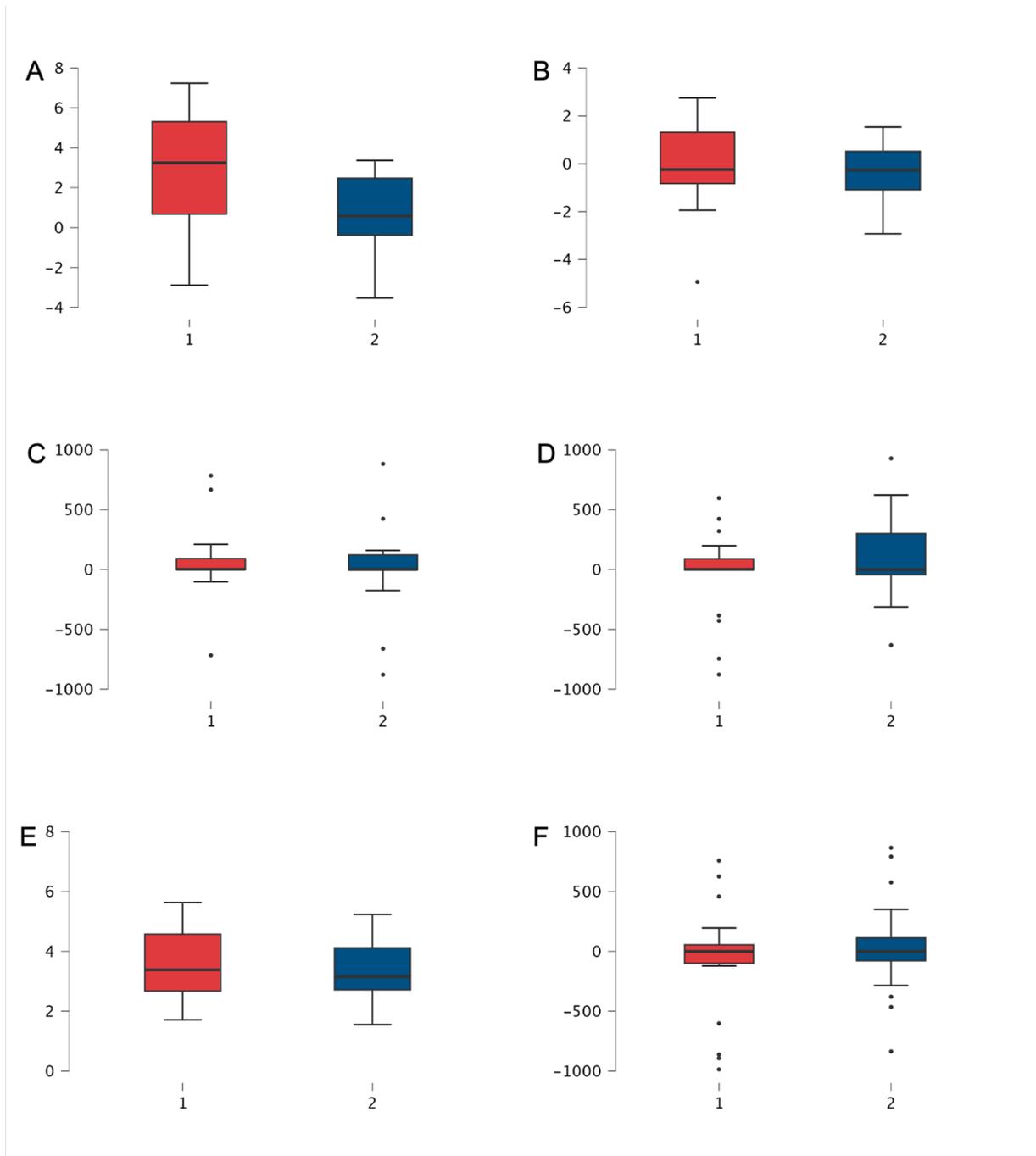
* $p < 0,05$.

Figura 12 - Exemplos de mensuração plantar de cada grupo. A: mensuração do *gap* no grupo 1, sendo α o ângulo medido. B: mensuração do *gap* no grupo 2, sendo β o ângulo medido. Em azul, a linha articular distal do cuneiforme medial e, em amarelo, a linha articular proximal do primeiro metatarsal



Fonte: figuras de acervo próprio.

Gráfico 4 - Mensuração do *gap* da primeira articulação tarsometatarsal na posição 2. E sua variação comparando a posição 2 com a posição 1. A: média do *gap* angular (°). B: diferença do *gap* entre posições (°). C: média da distância inferior-superior (mm). D: diferença da distância inferior-superior (mm). E: média da distância proximal-distal (mm). F: diferença da distância proximal-distal (mm)



Fonte: figuras de acervo próprio.

6 DISCUSSÃO

A hipermobilidade do primeiro raio na causa do hálux valgo já é discutida na literatura há mais de 60 anos, com análises de Morton^{21,22} e Lapidus¹⁸⁻²⁰. Para compreender melhor sobre o tema, diversos estudos foram realizados.

Klaue et al.³⁵ descrevem um aparato para tentar mensurar de forma clínica a hipermobilidade, contudo esse aparato já foi analisado por diversas vezes na literatura e demonstrado ser impreciso, mensurando não somente a primeira articulação tarsometatarsal, como foi projetado para ser, mas também o primeiro raio como um todo^{17,29,31,34,36-39}. Da mesma forma, Lee e Young⁷⁷ descrevem outro aparato clínico para mensurar a hipermobilidade, porém ele sofre críticas similares^{17,29,31,34,36-39}. Dessa forma, o padrão-ouro de definição de hipermobilidade permanece o teste de Morton²¹, mesmo tendo a crítica de ser dependente da percepção do examinador e ter trabalhos comprovando sua baixa correlação interobservador⁸².

Alguns autores tentaram normalizar essa alteração utilizando medidas radiográficas comparando com o teste clínico de Morton²¹. Os primeiros autores analisam as medidas tradicionalmente utilizadas para hálux valgo de AHV e AIM e descrevem não ter associação com a hipermobilidade clínica^{25,73,74}. O AATMT e a pronação do primeiro metatarsal também é analisada e descrita sem correlação com a hipermobilidade⁸³.

Coughlin e Jones²⁵ descrevem, em estudo radiográfico, a análise do *gap* plantar da primeira tarsometatarsal e não conseguem achar significância na sua medida comparada à hipermobilidade. No entanto King e Toolan⁸³, em seu estudo, demonstram diferença significativa do *gap* plantar em paciente com hipermobilidade em comparação com os demais grupos, mostrando ser uma boa medida de imagem para analisar a instabilidade. No trabalho de King e Toolan⁸³, a média do *gap* achado no grupo com hálux valgo foi de 2° (± 1) para o paciente com hálux valgo e de 0,2° ($\pm 0,6$) para o controle.

Com o início do estudo de TCCC e TCCS, alguns autores analisam a articulação e os ossos de forma tridimensional para verificar essa possível hipermobilidade. Os estudos utilizam, na maioria das vezes, protocolo de dois exames, sendo um com carga e outro em repouso e comparam a movimentação dos ossos.

Geng et al.⁴² são os primeiros a analisar essa movimentação de forma tridimensional utilizando TCCS. Eles descrevem que o primeiro metatarsal de paciente com hálux valgo apresenta maior dorsiflexão comparado ao grupo-controle (3,1° e 1,6°).

Kimura et al.¹⁷ também analisaram a movimentação na região, mas descreveram a movimentação da primeira articulação tarsometatarsal e fizeram o estudo utilizando TCCS. Eles descrevem mobilidade aumentada na primeira articulação tarsometatarsal nos três planos.

Este é o primeiro estudo que avalia comparativamente com TCCC e TCCS os pacientes com hálux valgo com e sem hiper mobilidade clínica do primeiro raio. Optou-se avaliar somente mulheres por haver incidência maior nesse grupo que no masculino, em uma proporção de até 9:1⁴⁻⁹. Esta é considerada uma das principais causas do hálux valgo¹⁷⁻²³. No entanto, não foi possível demonstrar maior movimentação no plano sagital do primeiro metatarsal comparando os grupos, como havia sido a hipótese deste estudo.

O presente estudo encontrou um movimento de dorsiflexão do primeiro metatarsal, o grupo com hiper mobilidade realizou 4,14° ($\pm 13,6$) e o sem 3,49° ($\pm 5,7$), porém sem significância estatística ($p=0,852$). Sendo que Geng et al.⁴² descrevem em seu artigo também movimento de dorsiflexão, porém com diferença entre o grupo hálux valgo e controle e, similarmente, Kimura et al.¹⁷, ao analisar a movimentação da primeira articulação tarsometatarsal também viram esse aumento de dorsiflexão. Entretanto, ambos os estudos foram comparativos entre voluntárias com e sem hálux valgo.

Os estudos prévios que comparam a população com e sem hálux valgo foram feitos em TCCS, no qual o paciente mantém a mesma posição sem movimentação significativa do pé e tornozelo entre as duas aquisições^{17,42}. Já no protocolo do presente estudo, o paciente passou de uma posição de repouso sentado para posição com carga ortostática. Minimizamos o efeito dessa movimentação mantendo em ambos os casos o tornozelo em neutro de dorsiflexão.

Outra variável de confusão que se minimizou e que não foi descrita nos protocolos das demais pesquisas foi o formato do pé. Analisaram-se somente pés que estavam no espectro de neutro quando analisada a mensuração do ângulo de Kite e de Meary. Isso porque existem estudos debatendo o formato do pé e sua influência na mobilidade do primeiro raio¹⁰⁵⁻¹⁰⁷.

Além disso, a correção da rotação realizada neste estudo para manter o alinhamento do membro dentro da TCCC influencia a movimentação dos pés. No presente estudo, optou-se por deixar o membro rodado em neutro, pois o teste da hiper mobilidade é realizado com o membro em neutro e, assim, padronizamos o

alinhamento do membro na TCCC, permitindo maior reprodutibilidade. No entanto, os protocolos tomográficos prévios não descreveram se alinharam os membros inferiores na posição de conforto rotacional ou se deixaram o membro sempre com rotação neutra do joelho^{17,42}.

Já no plano axial, verificou-se que, fora o primeiro metatarsal em que os dois grupos tiveram uma movimentação de abdução, o grupo 1 apresentou adução dos demais ossos, enquanto o grupo 2 apresentou abdução. Kimura et al.¹⁷ descrevem uma movimentação de adução da primeira tarsometatarsal para ambos os grupos e de abdução da cuneonavicular medial para o grupo com hálux valgo e adução para o controle. Já Geng et al.⁴² utilizam o termo de pronação e supinação para descrever o movimento no plano axial. No entanto, a pronação e a supinação na verdade são movimentos combinados do pé, com a correta movimentação nesse eixo, sendo a abdução e a adução, assim como descritas no presente artigo, bem como Kimura et al.¹⁷ utilizam. Geng et al.⁴² descrevem aumento da abdução do primeiro metatarsal e do cuneiforme medial, mas adução da primeira tarsometatarsal.

No plano coronal, os grupos apresentaram eversão do primeiro metatarsal e do cuneiforme medial. O achado deste estudo foi dissonante com o da literatura prévia, com a maioria dos casos tendendo à inversão nos pacientes com hálux valgo na literatura^{17,42}.

Analisando a movimentação tridimensional de cada osso, verificou-se que o grupo com hipermobilidade teve movimentação maior que o grupo sem hipermobilidade no primeiro metatarsal, no cuneiforme medial e no navicular. A diferença entre a média de movimentação do primeiro metatarsal foi de cerca de 7°, e a diferença foi maior que 3,5° nos outros dois ossos, porém sem significância estatística para os três ossos.

Já o tálus do grupo sem hipermobilidade teve uma movimentação maior do tálus que o do grupo com hipermobilidade. Porém, com uma diferença de menos de 0,5° entre as médias dos dois grupos, e também sem significância estatística.

Isso indica que a hipermobilidade não é decorrente de um único osso, e sim da combinação da movimentação dos ossos do primeiro raio no médio pé e retropé. Isso também pode explicar o fato de os exames clínicos não conseguirem analisar de forma isolada a hipermobilidade na primeira articulação tarsometatarsal.

O *gap* plantar da primeira articulação tarsometatarsal analisado nesse trabalho mostrou-se um bom ângulo preditor da hipermobilidade clínica do primeiro raio,

comprovando o achado do trabalho de King e Toolan⁸³. No trabalho de King e Toolan⁸³, a média do *gap* achado no grupo com hálux valgo foi de 2° (± 1) para o paciente com hálux valgo e de 0,2° ($\pm 0,6$) para o controle. Neste presente estudo, os valores para voluntárias com hálux valgo e instabilidade foi de 2,78° ($\pm 3,0$) e de 0,8° ($\pm 1,9$) para as voluntárias com hálux valgo sem instabilidade. O valor descrito por King e Toolan⁸³ sofre influência de ter aceito voluntárias com instabilidade e sem no mesmo grupo. Dessa forma, o fato de nosso achado ser maior demonstra que o ângulo do *gap* a ser considerado para instabilidade deve ser maior que a média de 2° e menor que 2,78°.

Além disso, o uso da tomografia permite medir sem sofrer o efeito da sobreposição de imagens que a radiografia em perfil do pé sofre, uma vez que a radiografia é um exame bidimensional, assim achando um resultado mais fidedigno. No entanto, essa medida deve ser feita em exames com carga para analisar a articulação em seu momento de stress, já que existem diferenças significativas do alinhamento do pé com e sem carga^{89,90}. Por isso, a TCCC é uma tecnologia que vem auxiliando no tratamento de doenças do pé e tornozelo. No entanto, sabe-se que esse dispositivo não está amplamente disponível para todos os cirurgiões de pé e tornozelo. Nesse caso, sugerimos manter a análise desse ângulo nas radiografias de perfil com carga do pé.

Além disso, o uso de softwares semiautomatizados diminui a chance de erro de medida⁵⁰. Isso fica mais importante no plano sagital, uma vez que Carrara et al.¹⁰⁸ já demonstraram que as mensurações no eixo sagital podem ter uma diferença de até 1,5°.

Dessa forma, sugere-se que futuros estudos que queiram comparar grupo com e sem hipermobilidade deem preferência pelo uso da medida do *gap* plantar da primeira articulação plantar. Quando possível utilizando a TCCC, uma vez que é uma medida precisa e mais fácil de reproduzir do que a sensação de hipermobilidade do teste clínico de Morton²¹.

A distância desses ossos também não demonstrou ser boa preditora da hipermobilidade, seja na sua distância com carga, seja na variação entre as posições. Vale ressaltar que medidas lineares podem sofrer influência do tamanho do pé medido. Em pés maiores, o *gap* pode ser maior linear, mas não apresentar diferença angular.

Como limitação deste estudo está o fato de as voluntárias precisarem fazer a primeira aquisição de imagem sentada e a segunda de pé para gerar os dois estados de carga e sem carga no pé, e isso possibilita movimentação maior do que a desejada da paciente e de seus pés. Além disso, a inserção do paciente no grupo com e sem hipermobilidade foi feita por meio do exame físico pelo teste de Morton²¹, que já foi provado não ser o mais reprodutivo intra e interobservadores⁸², porém ainda é o teste padronizado para esse exame, sendo mais aceito que os demais métodos.

Como ponto forte deste estudo está o fato de ser o primeiro a avaliar de forma tridimensional e comparativa voluntárias com e sem a hipermobilidade, e o uso de sistema com inteligência artificial que minimiza os erros de medida. Além disso, a amostra demonstrou ser homogênea entre os grupos, diminuindo os fatores confundidores externos.

7 CONCLUSÃO

Concluimos que a hipermobilidade clínica do primeiro metatarsal detectada com teste de Morton não foi observada no exame tomografia computadorizada com carga e sem carga.

REFERÊNCIAS*

* De acordo com Estilo Vancouver.

1. McMurray TP. Treatment of hallux valgus and rigidus. *Br Med J*. 1936 Aug 1;2(3943):218–21.
2. Nix S, Smith M, Vicenzino B. Prevalence of hallux valgus in the general population: A systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res*. 2010 Dec 27;3(1):21.
3. Torkki M, Malmivaara A, Seitsalo S, Hoikka V, Laippala P, Paavolainen P. Surgery vs orthosis vs watchful waiting for hallux valgus: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2001 May 16;285(19):2474–80.
4. Kido M, Ikoma K, Kobayashi Y, Sotozono Y, Uehara R, Takahashi K. Trends and age- and sex-stratified analysis of hallux valgus correction surgery from 2014 to 2019: A nationwide population-based cohort study in Japan. *Foot and Ankle Surgery*. 2023 Dec;29(8):584–87.
5. Saro C, Bengtsson AS, Lindgren U, Adami J, Blomqvist P, Felländer-Tsai L. Surgical treatment of hallux valgus and forefoot deformities in Sweden: A population-based study. *Foot Ankle Int*. 2008 Mar;29(3):298–304.
6. Partio N, Mäenpää H, Huttunen T, Haapasalo H, Laine HJ, Mattila VM. Incidence of hallux valgus primary surgical treatment. Finnish nationwide data from 1997 to 2014. *Foot Ankle Surg*. 2019 Dec 1;25(6):761–5.
7. Nishimura A, Kato K, Fukuda A, Nakazora S, Yamada T, Uchida A, et al. Prevalence of hallux valgus and risk factors among Japanese community dwellers. *J Orthop Sci*. 2014;19(2):257–62.
8. Hardy RH, Clapham JCR. Observations on hallux valgus. *J Bone Joint Surg Br*. 1951 Aug;33-B(3):376–91.
9. Menz HB, Roddy E, Thomas E, Croft PR. Impact of hallux valgus severity on general and foot-specific health-related quality of life. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011 Mar;63(3):396–404.
10. González-Elena ML, Castro-Méndez A, Córdoba-Fernández A, Coheña-Jiménez M. Relationship of the Use of Short Footwear with the Development of Hallux Valgus in a Sample of Andalusian Schoolchildren. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Nov 1;18(21).
11. Klein C, Groll-Knapp E, Kundi M. Increased hallux angle in children and its association with insufficient length of footwear: A community based cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2009;10(1):159.
12. Puszczalowska-Lizis E, Zarzyczna P, Mikulakova W, Migala M, Jandzis S. Influence of footwear fitting on feet morphology in 9 year old girls. *BMC Pediatr*. 2020 Jul 20;20(1).
13. Montiel V, Valentí A, Villas C, Valverde C, Alfonso M. Hallux anatomy: much ado about shoes—an attempt to prove that constrictive V-shaped toe-box shoes deform the hallux. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2022 Aug 1;142(8):1793–800.

14. Lewis TL, Ray R, Gordon DJ. The impact of hallux valgus on function and quality of life in females. *Foot Ankle Surg.* 2022 Jun 1;28(4):424–30.
15. Hernández-Castillejo LE, Álvarez-Bueno C, Garrido-Miguel M, Torres-Costoso A, Reina-Gutiérrez S, Martínez-Vizcaíno V. The effect of hallux valgus open and percutaneous surgery on AOFAS scale: a systematic review and meta-analysis. *Qual Life Res.* 2021 Apr 1;30(4):957–66.
16. Easley ME, Trnka HJ. Current concepts review: hallux valgus part II: operative treatment. *Foot Ankle Int.* 2007 Jun;28(6):748–58.
17. Kimura T, Kubota M, Taguchi T, Suzuki N, Hattori A, Marumo K. Evaluation of First-Ray Mobility in Patients with Hallux Valgus Using Weight-Bearing CT and a 3-D Analysis System: A Comparison with Normal Feet. *J Bone Joint Surg Am.* 2017 Feb 1;99(3):247-55.
18. Lapidus PW. The operative correction of metatarsus varus primus in hallux valgus. *Surg Gynecol Obstet.* 1934;58:183–91.
19. Lapidus PW. The author's bunion operation from 1931 to 1959. *Clin Orthop.* 1960;16:119–35.
20. Lapidus PW. A quarter of a century of experience with the operative correction of the metatarsus varus primus in hallux valgus. *Bull Hosp Joint Dis.* 1956 Oct;17(2):404–21.
21. Morton DJ. Hypermobility of the first metatarsal bone: the interlinking factor between metatarsalgia and longitudinal arch strains. *J Bone Joint Surg.* 1928 Apr;10(2):187–96.
22. Morton DJ. *The Human Foot. Its Evolution, Physiology and Functional Disorders.* *Postgrad Med J.* 1940;16(177):270.
23. Ornig M, Tschauer S, Holweg PL, Hohenberger GM, Bratschitsch G, Leithner A, et al. A novel method of clinical first tarsometatarsal joint hypermobility testing and radiologic verification. *Wien Klin Wochenschr.* 2021 Mar 2;133(5–6):209–15.
24. Coughlin MJ. Hallux valgus. Causes, evaluation, and treatment. *Postgrad Med.* 1984 Apr 18;75(5):174–87.
25. Coughlin MJ, Jones CP. Hallux valgus: demographics, etiology, and radiographic assessment. *Foot Ankle Int.* 2007 Jul;28(7):759–77.
26. Grebing BR, Coughlin MJ. The Effect of Ankle Position on the Exam for First Ray Mobility. *Foot Ankle Int.* 2004 Jul 28;25(7):467–75.
27. Talaski GM, Baumann AN, Sleem B, Anastasio AT, Walley KC, O'Neill CN, et al. Weightbearing Imaging Assessment of Midfoot Instability in Patients with Confirmed Hallux Valgus Deformity: A Systematic Review of the Literature. *Diagnostics (Basel).* 2024 Jan 1;14(2).

28. Montrasio UA, Corbo V, Mangiavini L, Palmucci M. Is it still current to talk about first ray hypermobility? *Acta Biomed.* 2019;90(1-S):32–5.
29. Biz C, Maso G, Malgarini E, Tagliapietra J, Ruggieri P. Hypermobility of the First Ray: the Cinderella of the measurements conventionally assessed for correction of Hallux Valgus. *Acta Biomed.* 2020 Jun 16;91(4-S):47–59.
30. Manceron A, Cazeau C, Hardy A, Piat C, Bauer T, Stiglitz Y. Correlation between first tarsometatarsal joint mobility and hallux valgus severity. *Int Orthop.* 2022 Apr 1;46(4):855–9.
31. Mansur NSB, de Souza Nery CA. Hypermobility in Hallux Valgus. *Foot Ankle Clin.* 2020 Mar 1;25(1):1–17.
32. Coughlin MJ, Jones CP. Hallux valgus and first ray mobility. A prospective study. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(9):1887–98.
33. Kim JY, Jun SP, Seung KH, Ki WY, Il HS. Mobility changes of the first ray after hallux valgus surgery: clinical results after proximal metatarsal chevron osteotomy and distal soft tissue procedure. *Foot Ankle Int.* 2008 May;29(5):468–72.
34. Doty JF, Coughlin MJ. Hallux valgus and hypermobility of the first ray: Facts and fiction. *Int Orthop.* 2013;37(9):1655–60.
35. Klaue K, Hansen ST, Masquelet AC. Clinical, quantitative assessment of first tarsometatarsal mobility in the sagittal plane and its relation to hallux valgus deformity. *Foot Ankle Int.* 1994 Jan 17;15(1):9–13.
36. Dietze A, Bahlke U, Martin H, Mittlmeier T. First ray instability in hallux valgus deformity: A radiokinematic and pedobarographic analysis. *Foot Ankle Int.* 2013;34(1):124–30.
37. Min BC, Chung CY, Park MS, Choi Y, Koo S, Jang S, et al. Dynamic First Tarsometatarsal Instability During Gait Evaluated by Pedobarographic Examination in Patients With Hallux Valgus. *Foot Ankle Int.* 2019;40(9):1104–9.
38. Faber FWM, Kleinrensink GJ, Verhoog MW, Vijn AH, Snijders CJ, Mulder PGH, et al. Mobility of the First Tarsometatarsal Joint in Relation to Hallux Valgus Deformity: Anatomical and Biomechanical Aspects. *Foot Ankle Int.* 1999;20(10):651–6.
39. Greisberg J, Sperber L, Prince DE. Mobility of the first ray in various foot disorders. *Foot Ankle Int.* 2012 Jan;33(1):44–9.
40. Koury K, Staggars JR, Pinto MC, Godoy-Santos AL, Smyth NA, Shah AB, et al. Radiographic Assessment of First Tarsometatarsal Joint Shape and Orientation. *Foot Ankle Int.* 2019 Dec 1;40(12):1438–46.

41. Kimura T, Kubota M, Suzuki N, Hattori A, Marumo K. Comparison of Intercuneiform 1-2 Joint Mobility Between Hallux Valgus and Normal Feet Using Weightbearing Computed Tomography and 3-Dimensional Analysis. *Foot Ankle Int.* 2018 Mar 4;39(3):355–60.
42. Geng X, Wang C, Ma X, Wang X, Huang J, Zhang C, et al. Mobility of the first metatarsal-cuneiform joint in patients with and without hallux valgus: In vivo three-dimensional analysis using computerized tomography scan. *J Orthop Surg Res.* 2015 Dec 15;10(1):140.
43. Ozturk AM, Suer O, Coban I, Ozer MA, Govsa F. Three-Dimensional Printed Anatomical Models Help in Correcting Foot Alignment in Hallux Valgus Deformities. *Indian J Orthop.* 2020;54(0123456789):199–209.
44. Conti MS, Ellis SJ. Weight-bearing CT Scans in Foot and Ankle Surgery. *J Am Acad Orthop Surg.* 2020;28(14):e595–603.
45. de Cesar Netto C, Richter M. Use of Advanced Weightbearing Imaging in Evaluation of Hallux Valgus. *Foot Ankle Clin.* 2020;25(1):31–45.
46. Godoy-Santos AL, Netto C de C. Weight-bearing computed tomography of the foot and ankle: An update and future directions. *Acta Ortop Bras [Internet].* 2018 Apr 1;26(2):135–9.
47. Zbijewski W, De Jean P, Prakash P, Ding Y, Stayman JW, Packard N, et al. A dedicated cone-beam CT system for musculoskeletal extremities imaging: design, optimization, and initial performance characterization. *Med Phys.* 2011;38(8):4700–13.
48. Tuominen EKJ, Kankare J, Koskinen SK, Mattila KT. Weight-bearing CT imaging of the lower extremity. *AJR Am J Roentgenol.* 2013 Jan;200(1):146–8.
49. Richter M, Seidl B, Zech S, Hahn S. PedCAT for 3D-imaging in standing position allows for more accurate bone position (angle) measurement than radiographs or CT. *Foot Ankle Surg.* 2014;20(3):201–7.
50. Kvarda P, Krähenbühl N, Susdorf R, Burssens A, Ruiz R, Barg A, et al. High Reliability for Semiautomated 3D Measurements Based on Weightbearing CT Scans. *Foot Ankle Int.* 2022 Jan 1;43(1):91–5.
51. Lee HY, Lalevee M, Mansur NSB, Vandelune CA, Dibbern KN, Barg A, et al. Multiplanar instability of the first tarsometatarsal joint in hallux valgus and hallux rigidus patients: a case-control study. *Int Orthop.* 2022 Feb 1;46(2):255–63.
52. Treatment of Bunion. *Prov Med J Retrospect Med Sci.* 1844 Jan 20;7(173):309.
53. Humpage E. Treatment of Bunion. *BMJ.* 1844 Feb 3;s1-7(175):356.
54. C. Hueter. *Klinik der Gelenkkrankheiten : mit Einschluss der Orthopaedie auf anatomisch-physiologischen Grundlagen nach klinischen Beobachtungen für Ärzte und Studierende.* 1st ed. Vol. 2. Leipzig: F.C.W. Vogel; 1870. 339–345 p.

55. Weir RF. III. The Operative Treatment of Hallux Valgus. *Ann Surg.* 1897 Apr;25(4):444–53.
56. Smith RW, Reynolds JC, Stewart MJ. Hallux Valgus Assessment: Report of Research Committee of American Orthopaedic Foot and Ankle Society. *Foot Ankle.* 1984 Sep 30;5(2):92–103.
57. Saltzman CL, Brandser EA, Berbaum KS, Degnore L, Holmes JR, Katcherian DA, et al. Reliability of standard foot radiographic measurements. *Foot Ankle Int.* 1994;15(12):661–5.
58. Coughlin MJ, Freund E. Roger A. Mann Award. The reliability of angular measurements in hallux valgus deformities. *Foot Ankle Int.* 2001;22(5):369–79.
59. Coughlin MJ, Saltzman CL, Nunley JA. Angular measurements in the evaluation of hallux valgus deformities: A report of the ad hoc committee of the american orthopaedic foot & ankle society on angular measurements. *Foot Ankle Int.* 2002 Jan 1;23(1):68–74.
60. Syms P. Surgery Bunion: Its Etiology, Anatomy, and Operative Treatment. *Ind Med Gaz.* 1898 Jan;33(1):33–4.
61. Eustace S, O’Byrne J, Stack J, Stephens MM. Radiographic features that enable assessment of first metatarsal rotation: the role of pronation in hallux valgus. *Skeletal Radiol.* 1993 Apr;22(3):153–6.
62. Coughlin MJ. Roger A. Mann Award. Juvenile hallux valgus: etiology and treatment. *Foot Ankle Int.* 1995;16(11):682–97.
63. Mason LW, Tanaka H. The first tarsometatarsal joint and its association with hallux valgus. *Bone Joint Res.* 2012 Jun;1(6):99.
64. Doty JF, Coughlin MJ, Hirose C, Stevens F, Schutt S, Kennedy M, et al. First metatarsocuneiform joint mobility: radiographic, anatomic, and clinical characteristics of the articular surface. *Foot Ankle Int.* 2014;35(5):504–11.
65. Munteanu SE, Menz HB, Wark JD, Christie JJ, Scurrah KJ, Bui M, et al. Hallux Valgus, By Nature or Nurture? A Twin Study. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2017 Sep 1;69(9):1421–8.
66. Erduran M, Acar N, Demirkiran ND, Atalay K. The impact of medial cuneiform bone variant measures on the severity of hallux valgus: A radiological study. *Journal of Orthopaedic Surgery.* 2017 Sep 1;25(3).
67. Ota T, Nagura T, Kokubo T, Kitashiro M, Ogihara N, Takeshima K, et al. Etiological factors in hallux valgus, a three-dimensional analysis of the first metatarsal. *J Foot Ankle Res.* 2017 Oct 10;10(1).
68. Ji L, Ding S, Zhang M, Colon Reyes K, Zhu M, Sun C. The Role of First Tarsometatarsal Joint Morphology and Instability in the Etiology of Hallux Valgus: A Case-Control Study. *Foot Ankle Int.* 2023 Aug;44(8):778–87.

69. Ross FD. The relationship of abnormal foot pronation to hallux abducto valgus—a pilot study. *Prosthet Orthot Int.* 1986 Aug;10(2):72–8.
70. Carl A, Ross S, Evanski P, Waugh T. Hypermobility in Hallux Valgus. *Foot Ankle.* 1988 Apr 30;8(5):264–70.
71. Carter C, Wilkinson J. Persistent joint laxity and congenital dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg Br.* 1964 Feb;46:40–5.
72. Beighton P, Solomon L, Soskolne CL. Articular mobility in an African population. *Ann Rheum Dis.* 1973 Sep 1;32(5):413–8.
73. Fritz GR, Prieskorn D. First metatarsocuneiform motion: a radiographic and statistical analysis. *Foot Ankle Int.* 1995;16(3):117–23.
74. Prieskorn DW, Mann RA, Fritz G. Radiographic assessment of the second metatarsal: measure of first ray hypermobility. *Foot Ankle Int.* 1996;17(6):331–3.
75. Ito H, Shimizu A, Miyamoto T, Katsura Y, Tanaka K. Clinical significance of increased mobility in the sagittal plane in patients with hallux valgus. *Foot Ankle Int.* 1999;20(1):29–32.
76. Faber FWM, Kleinrensink GJ, Mulder PGH, Verhaar JAN, Faber FWM, Kleinrensink GJ, et al. Mobility of the first tarsometatarsal joint in hallux valgus patients: a radiographic analysis. *Foot Ankle Int.* 2001;22(12):965–9.
77. Lee KT, Young K. Measurement of first-ray mobility in normal vs. hallux valgus patients. *Foot Ankle Int.* 2001;22(12):960–4.
78. Glasoe WM, Allen MK, Saltzman CL. First ray dorsal mobility in relation to hallux valgus deformity and first intermetatarsal angle. *Foot Ankle Int.* 2001;22(2):98–101.
79. Glasoe WM, Allen MK, Yack HJ. Measurement of dorsal mobility in the first ray: elimination of fat pad compression as a variable. *Foot Ankle Int.* 1998;19(8):542–6.
80. Glasoe WM, Yack HJ, Saltzman CL. The reliability and validity of a first ray measurement device. *Foot Ankle Int.* 2000;21(3):240–6.
81. Glasoe WM, Yack HJ, Saltzman CL. Measuring first ray mobility with a new device. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(1):122–4.
82. Glasoe WM, Allen MK, Saltzman CL, Ludewig PM, Sublett SH. Comparison of two methods used to assess first-ray mobility. *Foot Ankle Int.* 2002;23(3):248–52.
83. King DM, Toolan BC. Associated deformities and hypermobility in hallux valgus: an investigation with weightbearing radiographs. *Foot Ankle Int.* 2004;25(4):251–5.

84. Singh D, Biz C, Corradin M, Favero L. Comparison of dorsal and dorsomedial displacement in evaluation of first ray hypermobility in feet with and without hallux valgus. *Foot and Ankle Surgery*. 2016 Jun 1;22(2):120–4.
85. Shibuya N, Roukis TS, Jupiter DC. Mobility of the First Ray in Patients With or Without Hallux Valgus Deformity: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Foot Ankle Surg*. 2017 Sep 1;56(5):1070–5.
86. van Bergeyk AB, Younger A, Carson B. CT analysis of hindfoot alignment in chronic lateral ankle instability. *Foot Ankle Int*. 2002;23(1):37–42.
87. Greisberg J, Hansen ST, Sangeorzan B. Deformity and degeneration in the hindfoot and midfoot joints of the adult acquired flatfoot. *Foot Ankle Int*. 2003 Jul 1;24(7):530–4.
88. Ledoux WR, Rohr ES, Ching RP, Sangeorzan BJ. Effect of foot shape on the three-dimensional position of foot bones. *J Orthop Res*. 2006 Dec;24(12):2176–86.
89. Ferri M, Scharfenberger A V., Goplen G, Daniels TR, Pearce D. Weightbearing CT scan of severe flexible pes planus deformities. *Foot Ankle Int*. 2008 Feb;29(2):199–204.
90. Hirschmann A, Pfirrmann CWA, Klammer G, Espinosa N, Buck FM. Upright cone CT of the hindfoot: comparison of the non-weight-bearing with the upright weight-bearing position. *Eur Radiol*. 2014 Mar;24(3):553–8.
91. Carrino JA, Muhit A AI, Zbijewski W, Thawait GK, Stayman JW, Packard N, et al. Dedicated cone-beam CT system for extremity imaging. *Radiology*. 2014;270(3):816–24.
92. Yoshioka N, Ikoma K, Kido M, Imai K, Maki M, Arai Y, et al. Weight-bearing three-dimensional computed tomography analysis of the forefoot in patients with flatfoot deformity. *J Orthop Sci*. 2016 Mar 1;21(2):154–8.
93. Kang DH, Kang C, Hwang DS, Song JH, Song SH. The value of axial loading three dimensional (3D) CT as a substitute for full weightbearing (standing) 3D CT: Comparison of reproducibility according to degree of load. *Foot Ankle Surg*. 2019 Apr 1;25(2):215–20.
94. Richter M, Lintz F, de Cesar Netto C, Barg A, Burssens A. Results of more than 11,000 scans with weightbearing CT - Impact on costs, radiation exposure, and procedure time. *Foot Ankle Surg*. 2020 Jul 1;26(5):518–22.
95. Fadle AA, Campbell BC, Willett JF, Williams L, Conti SF, Miller MC. A simple foot pedal device in a horizontal bore imaging facility replicates weightbearing outcomes for Hallux Valgus patients. *Foot and Ankle Surgery*. 2020 Apr 1;26(3):320–4.

96. Conconi M, Pompili A, Sancisi N, Leardini A, Durante S, Belvedere C. New anatomical reference systems for the bones of the foot and ankle complex: definitions and exploitation on clinical conditions. *J Foot Ankle Res.* 2021 Dec 1;14(1).
97. Collan L, Kankare JA, Mattila K. The biomechanics of the first metatarsal bone in hallux valgus: a preliminary study utilizing a weight bearing extremity CT. *Foot Ankle Surg.* 2013 Sep;19(3):155–61.
98. Katsui R, Samoto N, Taniguchi A, Akahane M, Isomoto S, Sugimoto K, et al. Relationship Between Displacement and Degenerative Changes of the Sesamoids in Hallux Valgus. *Foot Ankle Int.* 2016 Dec 1;37(12):1303–9.
99. Campbell B, Miller MC, Williams L, Conti SF. Pilot Study of a 3-Dimensional Method for Analysis of Pronation of the First Metatarsal of Hallux Valgus Patients. *Foot Ankle Int.* 2018 Dec 1;39(12):1449–56.
100. Zhong Z, Zhang P, Duan H, Yang H, Li Q, He F. A Comparison Between X-ray Imaging and an Innovative Computer-aided Design Method Based on Weightbearing CT Scan Images for Assessing Hallux Valgus. *Journal of Foot and Ankle Surgery.* 2021 Jan 1;60(1):6–10.
101. Conti MS, Patel TJ, Caolo KC, Amadio JM, Miller MC, Costigliola S V., et al. Correlation of Different Methods of Measuring Pronation of the First Metatarsal on Weightbearing CT Scans. *Foot Ankle Int.* 2021 Aug 1;42(8):1049–59.
102. Day J, de Cesar Netto C, Richter M, Mansur NS, Fernando C, Deland JT, et al. Evaluation of a Weightbearing CT Artificial Intelligence-Based Automatic Measurement for the M1-M2 Intermetatarsal Angle in Hallux Valgus. *Foot Ankle Int.* 2021 Nov 1;42(11):1502–9.
103. Vandembroucke JP, Von Elm E, Altman DG, Gøtzsche PC, Mulrow CD, Pocock SJ, et al. Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE): Explanation and Elaboration. *PLoS Med.* 2007 Oct;4(10):e297.
104. JASP Team. JASP (Version 0.18.3)[Computer software]. 2024.
105. Glasoe WM, Saltzman CL. Recalcitrant posterior tibialis tendinitis from an unstable first ray. *Foot and Ankle Surgery.* 2002 Jan 1;8(4):281–4.
106. Glasoe WM, Allen MK, Ludewig PM, Selby-Silverstein L. Comparison of first ray dorsal mobility among different forefoot alignments. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2000;30(10):612–23.
107. Cowie S, Parsons S, Scammell B, McKenzie J. Hypermobility of the first ray in patients with planovalgus feet and tarsometatarsal osteoarthritis. *Foot Ankle Surg.* 2012 Dec;18(4):237–40.
108. Carrara C, Belvedere C, Caravaggi P, Durante S, Leardini A. Techniques for 3D foot bone orientation angles in weight-bearing from cone-beam computed tomography. *Foot Ankle Surg.* 2021 Feb 1;27(2):168–74.

ANEXOS

Anexo A - Aprovação na Comissão Científica

DEPARTAMENTO DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

COMISSÃO CIENTÍFICA

IDENTIFICAÇÃO Protocolo IOT nº 1515 SGP: 21835

Pesquisador Responsável: Prof. Alexandre Leme Godoy dos Santos
Pesquisador Executante: Dr. Dov Lagus Rosenberg
Título: Estudo comparativo da instabilidade da primeira articulação metatarso-cuneiforme medial em pacientes portadores de hálux valgo e controles através da mensuração com tomografia computadorizada com carga (WBCT).
Grau de Pesquisa: Mestrado

PARA USO EXCLUSIVO DA COMISSÃO CIENTÍFICA

Parecer da Comissão Científica do IOT:

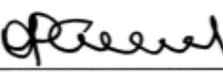
Aprovado
 Indeferido

São Paulo, 01 de outubro de 2021

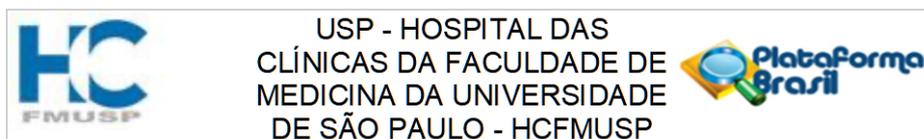

Prof. Raphael Martus Marcon
Presidente
Comissão Científica - DOT

APROVAÇÃO DO DEPARTAMENTO

São Paulo, 01 de outubro de 2021


Prof. Olavo Pires de Camargo
Chefe do Departamento
Ortopedia e Traumatologia
FMUSP

Anexo B - Comitê de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Estudo comparativo da instabilidade da primeira articulação metatarso-cuneiforme medial em pacientes portadores de hálux valgo e controles através da mensuração com tomografia computadorizada com carga (WBCT)

Pesquisador: Alexandre Leme Godoy dos Santos

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 52437321.7.0000.0068

Instituição Proponente: Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.193.676

Apresentação do Projeto:

Este é um protocolo voltado para pacientes portadores de halux valgo (joanetes)

Objetivo da Pesquisa:

Visa avaliar tomograficamente a primeira articulação metatarso-cuneiforme medial em posição de carga

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos são modestos, relacionados à radiação ionizante da tomografia, todavia haverá proteção com chumbo

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O protocolo encontra-se corretamente elaborado e poderá contribuir para o manejo desta entidade comum e inadequadamente resolvida na maioria da população

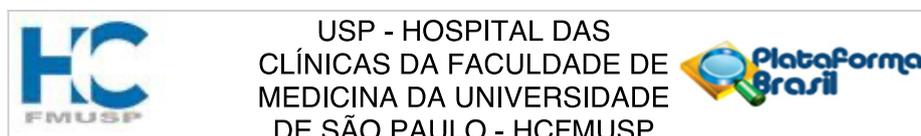
Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE é aceitável

Recomendações:

Não há

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar
Bairro: Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappesq.adm@hc.fm.usp.br



Continuação do Parecer: 5.193.676

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências

Considerações Finais a critério do CEP:

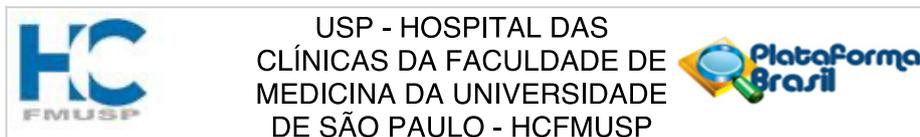
Em conformidade com a Resolução CNS nº 466/12 – cabe ao pesquisador: a) desenvolver o projeto conforme delineado; b) elaborar e apresentar relatórios parciais e final; c) apresentar dados solicitados pelo CEP, a qualquer momento; d) manter em arquivo sob sua guarda, por 5 anos da pesquisa, contendo fichas individuais e todos os demais documentos recomendados pelo CEP; e) encaminhar os resultados para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico participante do projeto; f) justificar perante ao CEP interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1833003.pdf	05/10/2021 14:46:42		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	20200925_Projeto.docx	05/10/2021 14:46:08	Dov Lagus Rosemberg	Aceito
Outros	Termo_para_Uso_de_Dados_do_Registro_Eletronico_de_Saude.pdf	05/10/2021 14:45:31	Dov Lagus Rosemberg	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	05/10/2021 14:44:08	Dov Lagus Rosemberg	Aceito
Orçamento	Formulario_de_Custo.pdf	05/10/2021 14:43:38	Dov Lagus Rosemberg	Aceito
Outros	Formulario_de_Controlo_de_Protocolo_de_Pesquisa.pdf	05/10/2021 14:43:04	Dov Lagus Rosemberg	Aceito
Outros	Checklist_para_Submissao_de_Projeto_de_Pesquisa.pdf	05/10/2021 14:42:18	Dov Lagus Rosemberg	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_de_Compromisso_de_Mestrado_ou_Doutorado.pdf	05/10/2021 14:41:59	Dov Lagus Rosemberg	Aceito
Cronograma	Cronograma.docx	05/10/2021 14:39:18	Dov Lagus Rosemberg	Aceito
Folha de Rosto	FR_ALEXANDRE_LEME_GODOY_DO_S_SANTOS_21835.pdf	05/10/2021 14:39:06	Dov Lagus Rosemberg	Aceito

Situação do Parecer:

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar
Bairro: Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappesq.adm@hc.fm.usp.br



Continuação do Parecer: 5.193.676

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 05 de Janeiro de 2022

Assinado por:
ALFREDO JOSE MANSUR
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar
Bairro: Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappesq.adm@hc.fm.usp.br

Anexo C - Termo de consentimento esclarecido

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DA PESQUISA

Título da pesquisa - Estudo comparativo da hiper mobilidade do primeiro raio em voluntárias com hálux valgo e controles através da mensuração com tomografia computadorizada com carga

Pesquisador principal – Alexandre Leme Godoy-Santos

Departamento/Instituto – Departamento de Ortopedia e Traumatologia/ Instituto de Ortopedia e Traumatologia

CONVITE À PARTICIPAÇÃO

Convidamos o(a) Sra. para participar de forma voluntária desta pesquisa intitulada Instabilidade do primeiro raio nas voluntárias com hálux valgo avaliado por tomografia computadorizada com carga. A intenção dessa pesquisa é avaliar a instabilidade das articulações do pé que possam interferir na evolução da doença do hálux valgo, conhecido popularmente como Joanete. Existem já artigos científicos prévios que descrevem essa associação em análise, contudo utilizam métodos menos precisos para realizar esta análise.

Este convite está sendo feita para você, pois você foi diagnosticado(a) com a doença hálux valgo.

Este convite está sendo feita para você, pois você se enquadra no perfil epidemiológico para compor o grupo controle desta pesquisa.

Para este projeto pretendemos dividir as voluntárias em três grupos em relação ao pé do mesmo. No primeiro grupo estão os pés com a doença hálux valgo com instabilidade do primeiro raio, no segundo grupo estão os pés com a doença hálux valgo sem instabilidade do primeiro raio e no terceiro grupo estão as voluntárias sem essa doença, para que assim possamos comparar as alterações. Todos os grupos serão submetidos ao mesmo protocolo de exames, que consiste em realizar inicialmente uma tomografia computadorizada sem carga e na sequência uma tomografia computadorizada com carga do pé em análise.

O mesmo paciente pode ser incluído em mais de um grupo a depender se um pé apresenta a doença e o outro não apresentar.

O risco decorrente a sua participação nesta pesquisa está na chance de vazamento de dados pessoais e de prontuários e na exposição a radiação durante a realização dos exames, e este risco será minimizado com o uso de coletes de chumbo na hora dos exames. Já os benefícios são o de melhor entendimento da sua doença e facilitar a programação cirúrgica do seu pé pelo seu médico, caso seja do grupo de doença. Caso seja do grupo

controle o benefício está na avaliação completa do pé com exame inovador, sem outra disponibilidade no mercado.

Seus dados serão mantidos em sigilo, assegurando assim sua privacidade e se você desejar, terá livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que você queira saber antes, durante e depois da sua participação. Os dados coletados serão utilizados única e exclusivamente, para fins desta pesquisa, e os resultados poderão ser publicados.

Por se tratar de uma participação voluntária, não haverá nenhuma forma de remuneração financeira, também não será cobrado nenhum custo e não haverá gasto de sua parte.

Essa pesquisa tem caráter contínuo, mas a qualquer hora que você desejar. Poderá pedir para ser retirado do protocolo de pesquisa sem nenhum custo ou prejuízo, legal ou a seu seguimento médico. Para as voluntárias que entrarem no protocolo estaremos disponíveis para conversarmos e reexplicar o projeto e retirar outras dúvidas pertinentes ao protocolo de pesquisa.

Se ocorrer qualquer problema ou dano pessoal durante ou após os procedimentos aos quais você será submetido(a), será garantido o direito a assistência imediata e gratuita pelo tempo que for necessário e será encaminhado para tratamento adequado da seguinte maneira: será assegurado o direito à assistência integral e gratuita, pelo tempo que for necessário, não excluindo a possibilidade de indenização por lei, se o dano for decorrente da pesquisa.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de dúvidas. O principal investigador é o Dr. Alexandre Leme Godoy-Santos que pode ser encontrado no endereço Rua Barata Ribeiro, 490, 3º andar – Cerqueira César, São Paulo - SP, pelo telefone (11) 3123-5620, e-mail dr.dovr@gmail.com. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: (11) 2661-7585, (11) 2661-1548, (11) 2661-1549, das 7 às 16h de segunda a sexta feira ou por e-mail: cappesq.adm@hc.fm.usp.br

Fui suficientemente informado a respeito do estudo “Estudo comparativo da hiper mobilidade do primeiro raio em voluntárias com hálux valgo e controles através da mensuração com tomografia computadorizada com carga”.

Eu discuti as informações acima com o Pesquisador Responsável Dr. Alexandre Leme Godoy-Santos sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim os objetivos, os procedimentos, os potenciais desconfortos e riscos e as garantias. Concordo voluntariamente em participar deste estudo, assino este termo de consentimento e recebo uma via rubricada pelo pesquisador.

----- Data ____/____/_____
Assinatura do participante /representante legal

Nome do participante/representante legal

----- Data ____/____/_____
Assinatura do responsável pelo estudo