

MARCIO VIEIRA SANCHES SILVA

O uso da tomografia computadorizada de feixe cônico com carga na avaliação
das deformidades do pé e tornozelo na hemimelia fibular

São Paulo

2025

MARCIO VIEIRA SANCHES SILVA

O uso da tomografia computadorizada de feixe cônico com carga na avaliação
das deformidades do pé e tornozelo na hemimelia fibular

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

Orientadora: Profa. Dra. Patricia Moreno
Grangeiro

São Paulo

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

©reprodução autorizada pelo autor

Silva, Marcio Vieira Sanches

O uso da tomografia computadorizada de feixe cônico com carga na avaliação das deformidades do pé e tornozelo na hemimelia fibular / Marcio Vieira Sanches Silva; Patricia Moreno Grangeiro, orientador. -- São Paulo, 2025.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Ciências do Sistema Musculoesquelético. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 2025.

1.Hemimelia fibular 2.Deficiência longitudinal congênita pós-axial 3.Ausência congênita da fíbula 4.Tomografia computadorizada com carga I.Grangeiro, Patricia Moreno, orient. II.Título

USP/FM/DBD-214/25

Responsável: Daniela Amaral Barbosa, CRB-8 7533

Silva MVS. O uso da tomografia computadorizada de feixe cônico com carga na avaliação das deformidades do pé e tornozelo na hemimelia fibular [mestrado]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2025.

Aprovado em: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, com todo meu amor e gratidão, à minha família, que é meu alicerce e minha inspiração.

À minha amada esposa Isabele Melo Silva Sanches, pelo companheirismo, amor, paciência e por estar ao meu lado em cada etapa desta jornada, compartilhando sonhos e superações.

À minha filha Lara Melo Sanches, meu presente de Deus, razão maior do meu esforço e esperança renovada em cada dia

Aos meus pais Luis Antonio Sanches da Silva e Maria da Conceição Vieira Silva, pelo exemplo de integridade, dedicação e pelo amor incondicional que sempre me guiou.

Aos meus irmãos Henrique Vieira Sanches Silva e Geysa Vieira Sanches Silva, pela companhia ao longo da caminhada, pelo incentivo constante e pelas palavras de apoio em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A jornada até aqui foi marcada por muitos desafios, aprendizados e, sobretudo, por pessoas que contribuíram de forma significativa para a realização deste trabalho.

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela saúde, força e sabedoria concedidas ao longo dessa caminhada.

À minha orientadora, Prof. Dra Patricia Moreno Grangeiro, pela confiança, paciência, incentivo e valiosa orientação científica. Sua dedicação foi essencial para o desenvolvimento desta dissertação.

Ao Prof. Dr. Alexandre Leme Godoy dos Santos por acreditar nesse trabalho e torná-lo realidade.

Aos Prof. Dr. Olavo Pires de Camargo, Prof. Dr. Tarcisio E. P. de Barros, Prof. Dr. Alexandre Fogaça Cristante, professores titulares do Departamento de Ortopedia e Traumatologia de Medicina da Universidade de São Paulo, pela liderança do Instituto de Ortopedia e Traumatologia e por manterem compromisso com a excelência acadêmica, a inovação científica e a formação de novas gerações de ortopedistas.

Ao Dr. Luiz Renato Agrizzi de Angeli, por ser um grande amigo e incentivador em toda a minha jornada profissional e pessoal.

Ao Dr. Rodrigo Miranda Vieira, meu grande amigo em toda minha vida, agradeço por todos os conselhos que me ajudaram a pavimentar esse caminho.

Ao Dr. Carlos Lôbo, por inestimável ajuda na coleta de dados, entendimento da WBCT e mensurações.

Ao Daniel Liggio, por toda ajuda na coleta de dados e obtenção de softwares para mensurações.

À Tânia Borges e Rosana Moreno Costa pela dedicação, apoio constante e gentileza ao longo de toda a jornada do mestrado.

Ao Dr. Akel Nicolau Akel Junior e Dr. Robison Boni pela amizade e pela rotina compartilhada. Aprendizados que levarei para toda a vida.

Aos pacientes e às famílias que, direta ou indiretamente, permitiram que este trabalho fosse realizado — meu sincero reconhecimento.

RESUMO

Silva MVS. O uso da tomografia computadorizada de feixe cônico com carga na avaliação das deformidades do pé e tornozelo na hemimelia fibular [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2025.

Introdução: A hemimelia fibular (HF) é a deficiência longitudinal congênita pós-axial mais comum dos membros inferiores, caracterizada pela ausência parcial ou total da fíbula, frequentemente associada a outras deformidades ósseas e articulares. A radiografia convencional ainda é amplamente utilizada no diagnóstico e planejamento cirúrgico, mas apresenta limitações. A tomografia computadorizada de feixe cônico com carga (WBCT) surge como método promissor por permitir avaliação tridimensional em ortostase. O objetivo foi avaliar se o uso da WBCT com carga permite melhor estudo das relações entre os ossos do pé e do tornozelo nas deformidades relacionadas à HF, fornecendo informações adicionais e auxiliando no planejamento cirúrgico. **Métodos:** Nove pacientes com HF, avaliados com WBCT e radiografias. As imagens foram analisadas por três observadores independentes, incluindo ortopedista, radiologista e estudante de medicina. Os avaliadores realizaram medições de nove parâmetros angulares e lineares nos planos sagital, coronal e axial. A reprodutibilidade intra e interobservador foi analisada para cada método. A concordância entre as medidas obtidas pela WBCT e pela radiografia convencional foram comparadas. **Resultados:** As características quantitativas avaliadas foram descritas por meio de medidas resumo e analisadas quanto à reprodutibilidade intra e interobservador utilizando coeficientes de correlação intraclassa (CCI) e coeficiente Kappa, com intervalos de confiança de 95%. Na avaliação da radiografia, alguns parâmetros apresentaram baixa reprodutibilidade intraobservador ($CCI < 0,5$), como o ângulo anterior distal da tíbia (ADTA), ângulo talocalcaneano (aTC) e ângulo lateral distal da tíbia (cLDTA), enquanto outros demonstraram reprodutibilidade alta, chegando a $CCI = 1$, com maior variação observada no ângulo tálus-metatarso ($3,4^\circ$). No WBCT, a reprodutibilidade intraobservador foi boa para todas as medidas, exceto para o ângulo de alinhamento do retopé. As variáveis com maior reprodutibilidade foram sTC ($CCI = 0,995$) e ADTA ($CCI = 0,965$). A reprodutibilidade interobservadores foi geralmente satisfatória em ambos os métodos com medidas sTIM, sPC, o cAAR e a translação lateral do calcâneo apresentando CCI acima de 0,90 entre os pares de avaliadores, indicando excelente concordância. Já o sADTA e o aTC apresentaram CCI variando entre 0,489 e 0,799, indicando baixa concordância entre os avaliadores em ambos os métodos. No WBCT, a discrepância entre examinadores foi ainda mais evidente. Por fim, apenas cinco parâmetros demonstraram concordância adequada entre radiografia e WBCT ($CCI > 0,6$). **Conclusão:** A WBCT mostrou-se mais confiável que a radiografia convencional na avaliação das deformidades do pé e tornozelo em pacientes com HF, com alta reprodutibilidade entre avaliadores para os principais parâmetros analisados. Os resultados reforçam seu valor no diagnóstico e planejamento terapêutico, além de incentivarem futuras pesquisas sobre seu uso em outras condições congênitas.

Palavras-chave: Hemimelia fibular. Deficiência longitudinal congênita pós-axial. Ausência congênita da fíbula. Tomografia computadorizada com carga.

ABSTRACT

Silva MVS. The use of weight bearing cone-beam computed tomography in the assessment of foot and ankle deformities in fibular hemimelia [dissertation]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2025.

Introduction: Fibular hemimelia (FH) is the most common postaxial congenital longitudinal deficiency of the lower limbs, characterized by partial or total absence of the fibula, and frequently associated with other bony and joint deformities. Conventional radiography is still widely used for diagnosis and surgical planning, but it has limitations. Weight-bearing cone-beam computed tomography (WBCT) emerges as a promising method, allowing three-dimensional evaluation under load-bearing conditions. The aim of this study was to assess whether the use of WBCT enables better analysis of the relationships between the bones of the foot and ankle in deformities related to FH, providing additional information and assisting in surgical planning. **Methods:** Nine patients with FH were evaluated using WBCT and conventional radiography. The images were analyzed by three independent observers, including an orthopedic surgeon, a radiologist, and a medical student. The observers performed measurements of nine angular and linear parameters in the sagittal, coronal, and axial planes. Intra- and interobserver reproducibility was analyzed for each method. Agreement between measurements obtained from WBCT and conventional radiography was also compared. **Results:** The quantitative characteristics were described using summary measures and analyzed for intra- and interobserver reproducibility using intraclass correlation coefficients (ICC) and Kappa coefficients, with 95% confidence intervals. In the radiographic evaluation, some parameters showed low intraobserver reproducibility ($ICC < 0.5$), such as the anterior distal tibial angle (ADTA), talocalcaneal angle (aTC), and lateral distal tibial angle (cLDTA), while others demonstrated high reproducibility, reaching $ICC = 1$, with the greatest variation observed in the talus–metatarsal angle (3.4°). In WBCT, intraobserver reproducibility was good for all measurements except the hindfoot alignment angle. The parameters with the highest reproducibility were the tibia-calcaneal angle (sTC, $ICC = 0.995$) and the ADTA ($ICC = 0.965$). Interobserver reproducibility was generally satisfactory for both methods, with the sTIM, sPC, cAAR, and lateral calcaneal translation demonstrating ICC values above 0.90 among examiner pairs, indicating excellent agreement. Conversely, the sADTA and aTC showed ICC values ranging from 0.489 to 0.799, indicating low agreement among observers in both methods. In WBCT, discrepancies between examiners were even more evident. Finally, only five parameters demonstrated adequate agreement between radiography and WBCT ($ICC > 0.6$). **Conclusion:** WBCT proved to be more reliable than conventional radiography for evaluating foot and ankle deformities in patients with FH, showing high interobserver reproducibility for the main parameters analyzed. These findings reinforce its value in diagnosis and therapeutic planning, and encourage further studies on its application in other congenital conditions.

Key words: Hemimelia, fibular. Congenital post-axial longitudinal deficiency. Congenital absence of the fibula. Weight bearing computed tomography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem fotográfica de um paciente com hemimelia fibular, representando discrepância de comprimento dos membros inferiores.....	23
Figura 2 - Imagem fotográfica dos membros inferiores, evidenciando deformidade em valgo do tornozelo direito.....	24
Figura 3 - Imagem fotográfica da perna, demonstrando deformidades dos membros inferiores.....	26
Figura 4 - Classificação de Coventry	27
Figura 5 - Classificação de Achterman e Kalamchi	28
Figura 6 - Classificação de Stanitski	29
Figura 7 - Classificação de Paley	31
Figura 8 - Radiografia da perna direita e esquerda em paciente com hemimelia fibular.....	32
Figura 9 - Imagem fotográfica do paciente realizando tomografia computadorizada com carga (WBCT).....	34
Figura 10 - Fluxo de pacientes incluídos no trabalho	40
Figura 11 - Tomógrafo de feixe cônico com carga	42
Figura 12 - Ângulo tálus-primeiro metatarso	45
Figura 13 - Medida do pitch do calcâneo	45
Figura 14 - Ângulo tibiocalcâneo (sTC).....	46
Figura 15 - Ângulo distal anterior da tíbia (sADTA)	47
Figura 16 - Ângulo talocalcaneano.....	48
Figura 17 - Imagem tomográfica evidenciando o cLDTA	49
Figura 18 - Imagem demonstrando coalizão tarsal talocalcaneana	49
Figura 19 - Eixo translacional da tíbia-calcâneo	50
Figura 20 - Translação lateral do calcâneo.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação de Birch	30
Quadro 2 - Descrição dos ângulos aferidos nos exames	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos parâmetros avaliados pelo RX para o avaliador principal nas 2 avaliações e resultado dos coeficientes de reprodutibilidade intraexaminador	53
Tabela 2 - Descrição dos parâmetros avaliados pelo RX para o avaliador principal nas 2 avaliações e resultado dos coeficientes de reprodutibilidade intraexaminador	54
Tabela 3 - Descrição dos parâmetros avaliados pelo WBCT para o avaliador principal nas 2 avaliações e resultado dos coeficientes de reprodutibilidade intraexaminador	55
Tabela 4 - Descrição dos parâmetros avaliados pelo RX para os 3 avaliadores e resultado dos coeficientes de reprodutibilidade interexaminadores	56
Tabela 5 - Descrição dos parâmetros avaliados pelo WBCT para os 3 avaliadores e resultado dos coeficientes de reprodutibilidade interexaminadores	58
Tabela 6 - Descrição dos parâmetros avaliados pelo avaliador principal segundo métodos e resultado dos coeficientes de concordância.....	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	- Bidimensional
3D	- Tridimensional
aTC	- Ângulo talocalcaneano
cAAR	- Ângulo do alinhamento do retropé
CAPPesq	- Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
CBCT	- TC de feixe cônico
cLDTA	- Ângulo lateral distal da tíbia
CO	- <i>Calcaneal offset</i>
DOT	- Departamento de Ortopedia e Traumatologia
FAO	- <i>Foot and ankle offset</i>
FMUSP	- Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
HAA	- <i>Hindfoot alignment angle</i>
HC	- Hospital das Clínicas
HF	- Hemimelia fibular
IOT	- Instituto de Ortopedia e Traumatologia
LDTA	- Ângulo lateral distal da tíbia
RM	- Ressonância magnética
RX	- Radiografia
sADTA	- Ângulo anterior distal da tíbia
sPC	- Pitch do calcâneo
sT1M	- Ângulo tálus-primeiro metatarso
sTC	- Ângulo tibiocalcâneo
SUS	- Sistema Único de Saúde
TC	- Tomografia computadorizada
WBCT	- <i>Weight bearing computed tomography</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	16
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	18
3.1	HISTÓRICO DA HEMIMELIA FIBULAR	19
3.2	ETIOLOGIA	21
3.3	DEFORMIDADES DA HEMIMELIA FIBULAR	21
3.3.1	Deformidades dos membros superiores	22
3.3.2	Discrepância dos membros inferiores.....	22
3.3.3	Deformidade do fêmur.....	23
3.3.4	Deformidade e instabilidade do joelho	23
3.3.5	Deformidade da tíbia.....	24
3.3.6	Deformidades do pé e tornozelo	25
3.4	CLASSIFICAÇÕES DA HEMIMELIA FIBULAR	27
3.5	EXAMES DE IMAGEM UTILIZADOS NA HEMIMELIA FIBULAR	31
3.6	O USO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA COM CARGA NA HEMIMELIA FIBULAR	33
3.7	TRATAMENTO DA HEMIMELIA FIBULAR.....	36
4	MÉTODOS.....	38
4.1	APROVAÇÃO NA COMISSÃO DE ÉTICA E TERMO DE CONSENTIMENTO.....	39
4.2	DESENHO DO ESTUDO	39
4.3	CUSTO	39
4.4	TAMANHO DA AMOSTRA.....	40
4.5	POPULAÇÃO ESTUDADA.....	40
4.5.1	Critérios de inclusão.....	41
4.5.2	Critérios de exclusão	41
4.6	TÉCNICA DE IMAGEM POR TOMOGRAFIA COM CARGA.....	41
4.7	MENSURAÇÕES.....	42
4.7.1	Preparação das imagens de WBCT.....	43
4.7.2	Preparação das imagens radiográficas	43
4.7.3	Medidas do plano sagital.....	44
4.7.4	Medidas do plano axial.....	47
4.7.5	Medidas do plano coronal.....	48
4.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA	51
4.9	ANÁLISE DE RISCO	51
5	RESULTADOS	52
6	DISCUSSÃO	60
7	CONCLUSÃO.....	65
	REFERÊNCIAS.....	67
	ANEXOS.....	72

1 INTRODUÇÃO

A hemimelia fibular (HF) é uma malformação congênita dentro do espectro da deficiência longitudinal pós axial dos membros inferiores, caracterizada por ausência parcial ou total da fíbula, podendo estar associada a outras anomalias em no membro inferior como: displasia acetabular, incongruência do quadril, deficiência femoral, hipoplasia do côndilo femoral lateral, ausência do ligamento cruzado anterior e/ou posterior, hipoplasia ou ausência da patela, instabilidade patelar, deformidade e encurtamento da tibia, pé equino-valgo ou equino-varo, coalizões tarsais, e ausência dos raios laterais do pé¹.

Dentre as deficiências longitudinais é a mais comum. Ocorre em aproximadamente 1 a cada 50.000 ou 1 a cada 135.000 nascidos vivos, sendo que a HF bilateral é ainda mais incomu^{2,3}. A origem continua desconhecida na maioria dos casos, não havendo história familiar, condições genéticas ou fatores ambientais que justifiquem a patologia. A maioria dos casos são esporádicos, porém alterações cromossômicas autossômicas dominantes, autossômicas recessivas e ligadas ao X foram reportadas em um estudo feito por Lewin e Opitz⁴.

O tratamento pode ser feito por meio do uso de órteses, próteses ou cirurgia. Em vários casos, a cirurgia corretiva associada ao alongamento ósseo com a utilização do fixador externo circular se torna um tratamento atrativo. Já em quadros mais graves, na qual o paciente apresenta poucos raios no pé e uma grande diferença do comprimento das pernas ao final do crescimento ósseo, ou até mesmo acometimento bilateral, pode ser aventada a possibilidade de amputação e protetização⁵.

A radiografia ainda é o exame mais utilizado atualmente para avaliação da deformidade e planejamento cirúrgico. Por meio das incidências em antero-posterior e perfil, sempre que possível com carga, consegue-se tipificar a HF nas classificações existentes para a doença. Além disso, por meio das radiografias panorâmicas dos membros inferiores calcula-se a discrepância do comprimento do membro. Com esta medida, consegue-se prever a discrepância na maturidade esquelética, auxiliando no planejamento do tratamento do paciente⁶. Na maioria das vezes, para estudo do caso e decisão cirúrgica, são utilizadas TC sem carga ou ressonância magnética para a avaliação de deformidades do tornozelo ou presença de barras ósseas⁷⁻⁹.

Recentemente, surgiu uma nova técnica para avaliação dos pacientes com deformidades no tornozelo e pé. A tomografia computadorizada (TC) de feixe cônico com carga mostrou ser factível e com alta reprodutibilidade para a análise do tornozelo e pé com carga corporal^{10,11}.

O uso da TC de feixe cônico (CBCT) foi publicado pela primeira vez para uso odontológico e para cirurgia bucomaxilofacial. Na ortopedia, foi mencionada pela primeira vez em 2011 por Zbijewski et al.¹², concluindo que o método consegue fornecer imagens das extremidades com contraste de partes moles e melhora da resolução espacial, além de diminuir

a exposição à dose de radiação (raio X). Em 2013, Tuominen et al.¹³ descrevem o uso da tomografia de feixe cônico com carga (do inglês, *weight-bearing CT* - WBCT) para uso com pacientes na posição ortostática. Hoje em dia, o método tem sido usado para o estudo de alterações patológicas dos pés como: lesões de sindesmose, pé plano valgo adquirido, hálux valgo, pé cavo varo, e outros^{10,12-14}.

Em 2018, Godoy-Santos e de Cesar Netto¹⁵, concluem que a WBCT permite a correta avaliação da anatomia do pé e tornozelo na posição ortostática, com imagens de alta resolução espacial, pequeno tempo de aquisição de imagens, baixa dose de radiação e custos similares a outras tecnologias atualmente disponíveis. Além disso, esse método diagnóstico pode ser utilizado para decisões de tratamento nas deformidades da articulação tibiotársica, retropé, mediopé e do antepé¹⁵.

Não há estudos sobre o uso da WBCT na HF. O presente estudo é pioneiro e visa avaliar parâmetros angulares por meio do uso da WBCT ao analisar as alterações das relações osteoarticulares dos ossos do tornozelo e pé. Dessa forma, esperamos que essa técnica auxilie no estudo da HF avaliando mais precisamente a relação anatômica entre os ossos do tornozelo e pé, colaborando assim com o planejamento cirúrgico. Adicionalmente, a avaliação da confiabilidade intra e inter-observador dos parâmetros da WBCT comparada a radiografia convencional permitam validar esse método de imagem para a melhor avaliação do paciente com HF.

2 OBJETIVOS

- Avaliar as alterações das relações osteoarticulares dos ossos do tornozelo e pé em pacientes com HF utilizando a WBCT.
- Avaliar a confiabilidade intraobservador e interobservador dos parâmetros avaliados na WBCT e da radiografia convencional em pacientes com diagnóstico de HF.
- Avaliar se o uso da WBCT permite melhor estudo das relações entre os ossos do pé e do tornozelo, comparado à radiografia convencional, nas deformidades relacionadas à HF, fornecendo informações adicionais e auxiliando no planejamento cirúrgico.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 HISTÓRICO DA HEMIMELIA FIBULAR

Os primeiros relatos sobre a HF ocorrem no início do século XIX, antes da descoberta dos raios X. Sendo assim, os primeiros estudos são realizados de forma a descrever a deformidade e a possível causa para a doença.

O primeiro artigo publicado data de 1800, a partir de um estudo realizado pelo médico e anatomista Sachse que apresenta o primeiro relato acerca de uma alteração congênita que, hoje, reconhecemos como HF¹⁶. Em sua obra, Sachse descreve casos em que se observa a ausência parcial ou total da fíbula, destacando não somente a alteração anatômica, mas também as implicações funcionais decorrentes da deficiência estrutural do membro inferior. Pressupõe ainda, que as deformidades encontradas no paciente com HF são decorrentes de fraturas intraútero, por agressões sofridas pela mãe, traumas diretos ou quedas.

Somente em 1898, o ortopedista americano Frederic Jay Cotton, de Boston, rebate as afirmações de Sachse. Cotton avalia que caso a HF seja decorrente de fratura, a criança deveria nascer com demais deformidades associadas e em locais diferentes, o que, para o conhecimento da época, não acontecia. Descreve ainda que, praticamente, não é achado calo ósseo, impossibilitando a tese de deformidade por fratura¹⁷. Apresenta uma das primeiras análises da HF, enfatizando a importância de uma avaliação minuciosa das alterações anatômicas e funcionais associadas a essa malformação. Seu artigo integra rigorosas observações clínicas com a interpretação dos primeiros achados radiológicos, lançando as bases para o desenvolvimento de métodos diagnósticos e terapêuticos que evoluíram ao longo do século XX. Dessa forma, o estudo de Cotton permanece como uma contribuição importante que orienta futuros estudos e intervenções na ortopedia reconstrutiva relacionada às malformações congênitas dos membros. Apesar de ser uma condição rara, a quantidade de estudos publicados foi aumentando com o tempo.

Em 1952, Coventry e Johnson¹⁸ publicam um importante estudo que aprofunda a compreensão da HF, ao integrar avaliações clínicas com técnicas radiográficas emergentes para definir a extensão da deficiência do osso fibular e suas implicações funcionais. Ao analisar uma série de casos, os autores evidenciam que a ausência ou o subdesenvolvimento da fíbula não afeta apenas a estrutura óssea, mas também compromete a biomecânica do membro, resultando em discrepâncias de comprimento dos membros inferiores, instabilidade articular e alterações na marcha dos pacientes.

Já em 1972, Pappas, Hanawalt e Anderson¹⁹ percebem que a HF era comumente associada a deformidades dos membros inferiores. Além disso, definem que essas malformações são resultantes de erros durante o desenvolvimento embrionário. O autor apresenta uma análise estatística que evidencia a heterogeneidade da HF, demonstrando que aproximadamente 60% dos casos analisados correspondem a uma hipoplasia parcial da fíbula, enquanto 40% apresentam ausência completa. Ressalta que a correlação entre os resultados radiológicos e a avaliação clínica do comprometimento funcional do membro inferior possibilita uma abordagem multidisciplinar, integrando cirurgia reconstrutiva, técnicas de alongamento ósseo e programas de reabilitação, para restaurar a estabilidade e melhorar a funcionalidade.

Em 1979, Achterman e Kalamchi² revisam 97 membros inferiores em 81 pacientes com o diagnóstico de deficiência longitudinal pós-axial, atendidas no Instituto duPont entre os anos de 1940 e 1977. Concluem que 76% dos pacientes com ausência parcial da fíbula apresentam também malformação do fêmur, enquanto naqueles com ausência total da fíbula, 59%. Evidenciam ainda que 13% desses pacientes apresentavam discrepância dos membros inferiores e que essa diferença de comprimento é constante durante o crescimento.

No ano 2000, Stevens e Arms¹ propõem usar o termo deficiência pós-axial para a HF, haja vista os pacientes apresentam diversas outras deformidades além da ausência parcial ou total da fíbula. Realizam uma análise com base em uma amostra de 75 pacientes com HF, identificando que aproximadamente 55% dos casos apresentam hipoplasia parcial da fíbula, enquanto 45% exibem ausência completa. Observam, ainda, uma discrepância média de 3,5 cm no comprimento dos membros inferiores entre o lado afetado e o não afetado.

3.2 ETIOLOGIA

A etiologia da HF ainda permanece obscura. A maioria dos casos são esporádicos, porém alterações cromossômicas autossômicas dominantes, autossômicas recessivas e ligadas ao X foram reportadas em um estudo feito por Lewin e Opitz⁴.

No ano de 1980, Hootnick et al.²⁰ avaliam três pacientes com HF por meio de exame angiográfico e conclui que todos apresentam malformações vasculares nos membros acometidos. Esses pacientes têm persistência do padrão vascular embrionário, falha na formação do arco plantar e ausência da artéria tibial anterior, além da presença de uma artéria com diâmetro aumentado na região posterior da perna.

Em 1983, Graham²¹ sugere que alterações vasculares ou mecânicas (restrições uterinas) podem interferir na formação do broto embrionário no ectoderma apical, ocorrendo assim, deformidades condizentes com a HF.

Fordham et al.²², em 1999, descrevem em um estudo retrospectivo, por meio de análise com ressonância magnética, que 95% dos pacientes com HF apresentam também ausência da artéria tibial anterior, o que pode explicar a malformação por falta de suprimento sanguíneo durante formação do membro.

Lewin e Optiz⁴, incluem a teoria de que a fíbula controla o desenvolvimento dos raios laterais do pé, o ligamento cruzado anterior, patela, fêmur proximal, acetábulo e os ossos púbicos. Já a tíbia controla o hálux e o fêmur distal. Qualquer defeito de formação da fíbula, geraria deformidades nas estruturas relacionadas.

3.3 DEFORMIDADES DA HEMIMELIA FIBULAR

Crianças com HF podem ter várias alterações musculoesqueléticas, desde alterações nos membros inferiores, quanto até mesmo nos membros superiores. A gravidade está associada com o tipo de malformação da perna (podendo ser uma alteração isolada da fíbula), a associação de deformidades (tíbia, joelho, fêmur, quadril) e se é bilateral ou não⁸. As principais deformidades são:

3.3.1 Deformidades dos membros superiores

Anomalias nos membros superiores são uma associação comum na HF. Birch et al.⁶ avaliam em seu estudo 104 pacientes com HF e conclui que 16 (15,4%) apresentam sindactilia nas mãos. Era ainda mais frequente em pacientes com deficiência bilateral (40,9%) e somente 8,5% em crianças com acometimento unilateral.

3.3.2 Discrepância dos membros inferiores

A HF cursa com diferença no comprimento dos membros devido a inibição do crescimento da tíbia e do pé (Figura 1). Muitas vezes também existe inibição do crescimento do fêmur, aumentando ainda mais a discrepância. Além disso, o pé pode apresentar alteração de crescimento no tamanho e largura, prejudicando a marcha. Essa curva de crescimento pode ser acompanhada como uma curva 1A de Shapiro, significando que a curva mantém uma constância²³. Shapiro, em 1982, introduz o conceito de curvas de crescimento classificando em 5 tipos. O tipo 1 com padrão de discrepância com aumento constante durante o tempo. Tipo 2 sendo um padrão de crescimento da discrepância constante, com desaceleração com o passar do tempo. Tipo 3 com crescimento constante, porém chegando à estabilidade com um platô final. Tipo 4 quando a discrepância inicialmente aumenta, depois estabiliza por um tempo variável, aumentando novamente até o fim do crescimento. Por último, Tipo 5 quando a discrepância aumenta, estabiliza e diminui com o tempo, formando uma parábola. Assim, como a HF é caracterizada por Shapiro Tipo 1, sabe-se qual será a discrepância final do paciente, sendo possível programar cirurgias de reconstrução, amputação ou uso de órteses²³. Utiliza-se para isso, gráficos e aplicativos como o Paley et al.²⁴.

Figura 1 - Imagem fotográfica de um paciente com hemimelia fibular, representando discrepância de comprimento dos membros inferiores



Fonte: arquivo pessoal.

3.3.3 Deformidade do fêmur

Birch et al.⁶, em 2011, avaliam que 85,4% dos pacientes com hemimelia fibular apresenta encurtamento do fêmur ipsilateral, contribuindo para uma piora da discrepância de comprimento final dos membros inferiores. Não foi visto coxa valga nesses pacientes, porém em 9 havia coxa vara. São deformidades importantes a serem identificadas pois impactam no tratamento a ser proposto para o paciente.

3.3.4 Deformidade e instabilidade do joelho

O joelho frequentemente apresenta deformidade em valgo, que ocorre devido à hipoplasia do côndilo femoral distal lateral e da tíbia proximal.

Muitos pacientes com HF apresentam hipoplasia ou ausência dos ligamentos cruzados anterior e posterior. Devido à instabilidade, a tíbia pode estar subluxada em relação ao fêmur. Geralmente é assintomático em idades menores, porém com o crescimento em altura e peso, torna-se um grande problema, ocasionando dor, instabilidade, falseio e artrose precoce⁸.

A HF também está frequentemente associada a anomalias patelares, que podem variar desde hipoplasia até ausência completa da patela. O desalinhamento do mecanismo extensor pode comprometer significativamente a função do joelho, contribuindo para instabilidade e limitação da marcha. Além disso, alterações na morfologia da patela e na sua relação com a tróclea femoral podem predispor a disfunções biomecânicas. O manejo clínico deve considerar a gravidade da alteração patelar, sendo fundamentais a avaliação precoce e estratégias.

3.3.5 Deformidade da tíbia

A tíbia pode apresentar uma deformidade leve, média ou grave, em valgo e procurvato devido ao efeito de tirante do *anlage* da fíbula, localizada numa linha reta oposta à concavidade da deformidade (Figura 2). Esse *anlage*, como já descrito acima, contribui para a angulação do membro acometido. Além disso, na maioria das vezes, há existência do *dimple* da pele, ou seja, um sulco ou depressão no ápice da angulação da deformidade.

Figura 2 - Imagem fotográfica dos membros inferiores, evidenciando deformidade em valgo do tornozelo direito.



Fonte: arquivo pessoal.

3.3.6 Deformidades do pé e tornozelo

As deformidades do pé e tornozelo são definitivamente as mais desafiadoras da HF. Deve-se observar que ela é composta por diversas deformidades do tornozelo, retropé, mediopé e antepé (Figura 3). Existe displasia da tíbia distal em valgo e deformidade do tálus com acometimento da subtalar. A fise distal da tíbia tem uma orientação em cunha devido a malformação congênita da fíbula e ausência de batente lateral. O ângulo lateral distal da tíbia (LDTA)⁸, que é formado entre o eixo longitudinal da tíbia e uma linha tangente à linha articular distal da tíbia, geralmente é menor que os 89 graus padrão da população nessas crianças (normal 86° a 92°). Além disso, muitas delas apresentam deformidade bola-soquete (*ball and socket*), devido à ausência de sustentação lateral da fíbula e coalizões tarsais. O colo do tálus é mais curto⁸. Todas essas deformidades contribuem para que o arco de movimento do tornozelo possa ser limitado e muitas vezes apresentando instabilidade na marcha ou ortostatismo.

A fíbula contribui como estabilizador lateral para o tornozelo. Quando tem ausência total ou parcial, o tornozelo pode apresentar subluxação ou evoluir com deformidade em valgo, devido ausência de batente lateral.

O tálus pode apresentar arco de movimento normal ou diminuído devido à coalizão tarsal, geralmente acometendo a faceta posterior e gerando uma malformação com deformidade em equino-valgo e, na minoria dos casos, em equino-varo. Essas deformidades, geralmente estão associadas a contraturas do tendão de calcâneo e dos fibulares.

Um outro fator deformante é a presença do *anlage* cartilaginoso, uma estrutura fibrosa ou cartilaginosa, que representa a fíbula rudimentar. O *anlage* ajuda na formação da deformidade em equino-valgo do pé e da perna, por realizar uma força tipo corda de arco. É melhor avaliada com a ressonância magnética nuclear.

O médio-pé geralmente apresenta-se com aumento da abdução e em deformidade tipo mata borão. A maioria dessas deformidades ocorrem devido à coalizão calcâneo-cuboide. Além disso é frequente a ausência de um ou mais raios laterais do pé, associado também à sindactilia. Ocorre ainda a ausência ou fraqueza do fibular longo, gerando uma maior ação do tibial anterior, elevando o primeiro raio.

Figura 3 - Imagem fotográfica da perna, demonstrando deformidades dos membros inferiores



Fonte: arquivo pessoal.

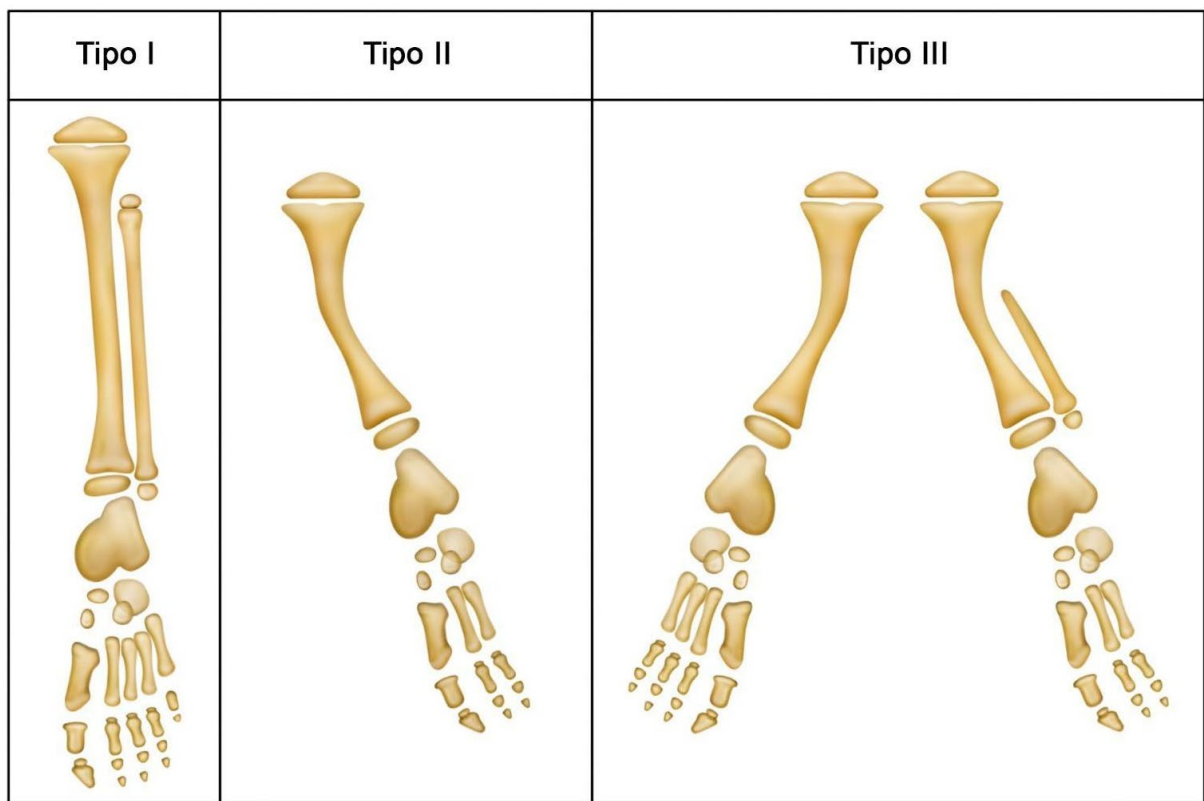
Em suma, a gravidade da deformidade da HF é variável, podendo afetar funções do quadril, joelho e tornozelo, muitas vezes impossibilitando a marcha do paciente. A fibula contribui para a estabilidade lateral do tornozelo e sua ausência associada à insuficiência de estruturas ligamentares, pode afetar a estabilidade e a função do membro inferior do paciente durante seu desenvolvimento neuromotor e em atividades diárias²⁵.

3.4 CLASSIFICAÇÕES DA HEMIMELIA FIBULAR

A HF representa um conjunto de deformidades e cada caso tem um grau de deformidade, discrepância ou instabilidade. Consequentemente, é um desafio realizar a sua categorização em tipos e gravidades para que seja facilmente replicada e entendida ao redor do mundo. Várias classificações foram feitas com a finalidade de ajudar na avaliação do prognóstico e tratamento da HF, sendo que a mais utilizada atualmente adicionou um fator importante: a reconstrução do pé e tornozelo⁸. As classificações mais antigas foram desenvolvidas em uma época na qual a cirurgia de reconstrução óssea ainda não tinha grande espaço dentro da ortopedia.

Coventry e Johnson¹⁸, em 1952, realizam a primeira classificação descritiva para a doença, avaliando o grau da deficiência da fíbula. Separam em três tipos: tipo I com ausência parcial da fíbula, tipo II a ausência total da fíbula e tipo III quando ausência parcial ou total bilateral. É uma classificação anatômica, descritiva e com relevância histórica, porém atualmente não é utilizada para auxiliar nos tratamentos e prognósticos (Figura 4).

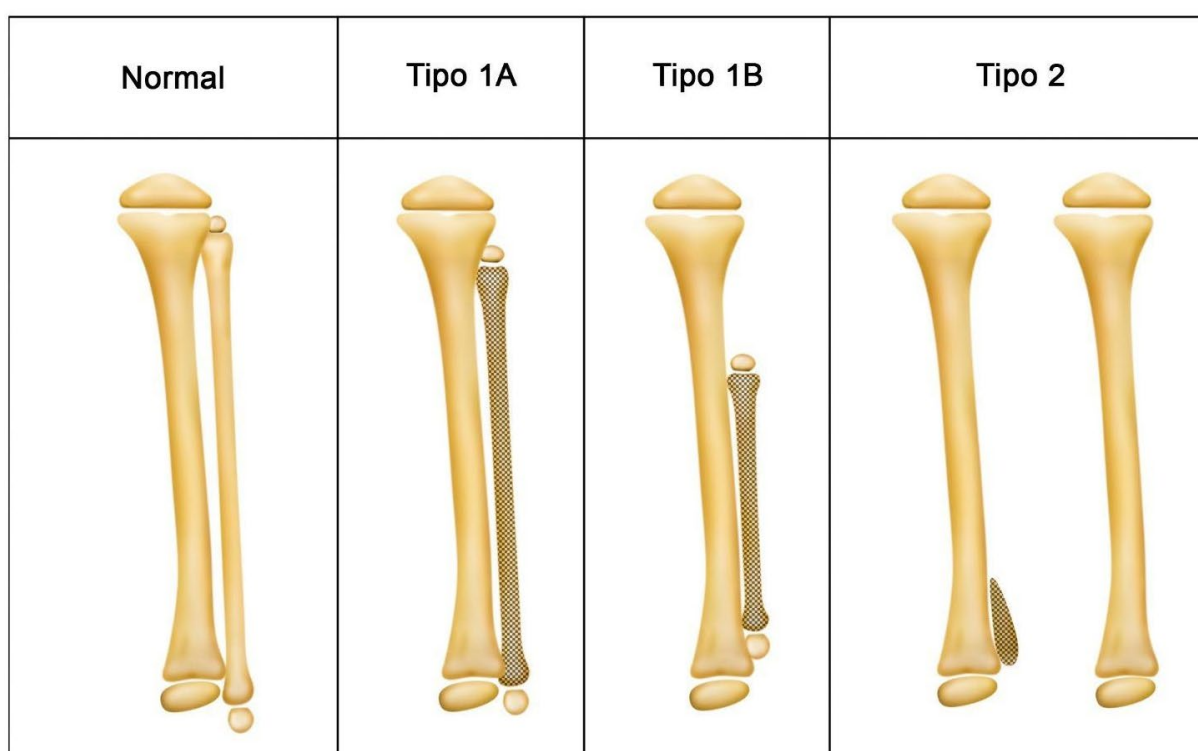
Figura 4 - Classificação de Coventry



Fonte: adaptado de Coventry e Johnson¹⁸.

Em 1979, Achterman e Kalamchi², em Delaware, classificam a HF baseando-se na quantidade de fíbula presente. Revisam noventa e sete membros de oitenta e um pacientes com diagnóstico de hemimelia fibular. Dividem a deformidade como tipo I quando presença parcial da fíbula e a tipo II a ausência total do osso. A tipo I se subdivide em IA quando a epífise proximal da fíbula é distal à fise de crescimento da tíbia e quando a fise distal da fíbula é proximal ao domus do tálus. E tipo IB quando há ausência parcial da fíbula: proximalmente existe ausência de 30% a 50%, enquanto distalmente está presente, porém não funciona como suporte para o tornozelo (Figura 5).

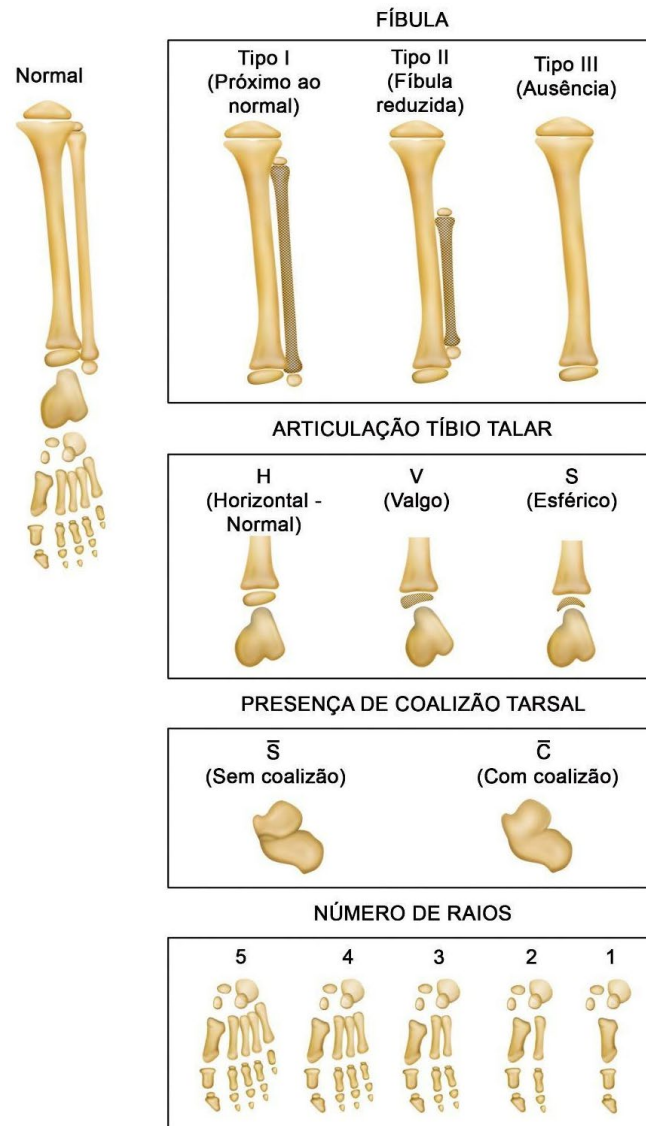
Figura 5 - Classificação de Achterman e Kalamchi



Fonte: adaptado de Achterman e Kalamchi².

Stanitski e Stanitski²⁶, em 2003, publicam uma nova classificação para HF a partir da experiência dos autores com 32 pacientes. A classificação baseia-se na morfologia da fíbula e tornozelo, coalizão do retropé e do déficit dos raios do pé (Figura 6).

- Fíbula: I: próximo ao normal/ II: fíbula parcial/ III: ausência completa;
- Articulação tibiotalar e epífise distal da tíbia: H: horizontal / V: valgo/ S: esférico (bola-soquete);
- Presença de coalizão tarsal;
- Número de raios do pé (1 a 5).

Figura 6 - Classificação de Stanitski

Fonte: adaptado de Stanitski e Stanitski²⁶.

É uma classificação que facilita a comunicação sobre a doença e sua gravidade, além de auxiliar na decisão cirúrgica já que avalia o potencial de reconstrução do pé e tornozelo.

Birch et al.⁶, em 2011, avaliam a aparência clínica do pé e a diferença de comprimento entre os membros acometidos. Assim, estima-se a extensão da deformidade na fase adulta do paciente, avaliando a viabilidade de reconstrução ou não do membro. Divide, então, em dois grupos, no tipo I o pé pode ser reconstruído e no tipo II, não. O fator determinante para a reconstrução é a quantidade de raios do pé que devem possuir, no mínimo, três raios. A amputação é considerada em pacientes que não têm indicação de reconstrução, porém que apresentam extremidades superiores funcionais. O tipo I de HF é subdividido ainda em quatro grupos de acordo com a discrepância dos membros: Tipo 1A quando menor que 6%, 1B entre 6% e 10%, 1C 11% a 30% e 1D maior que 30% (Quadro 1).

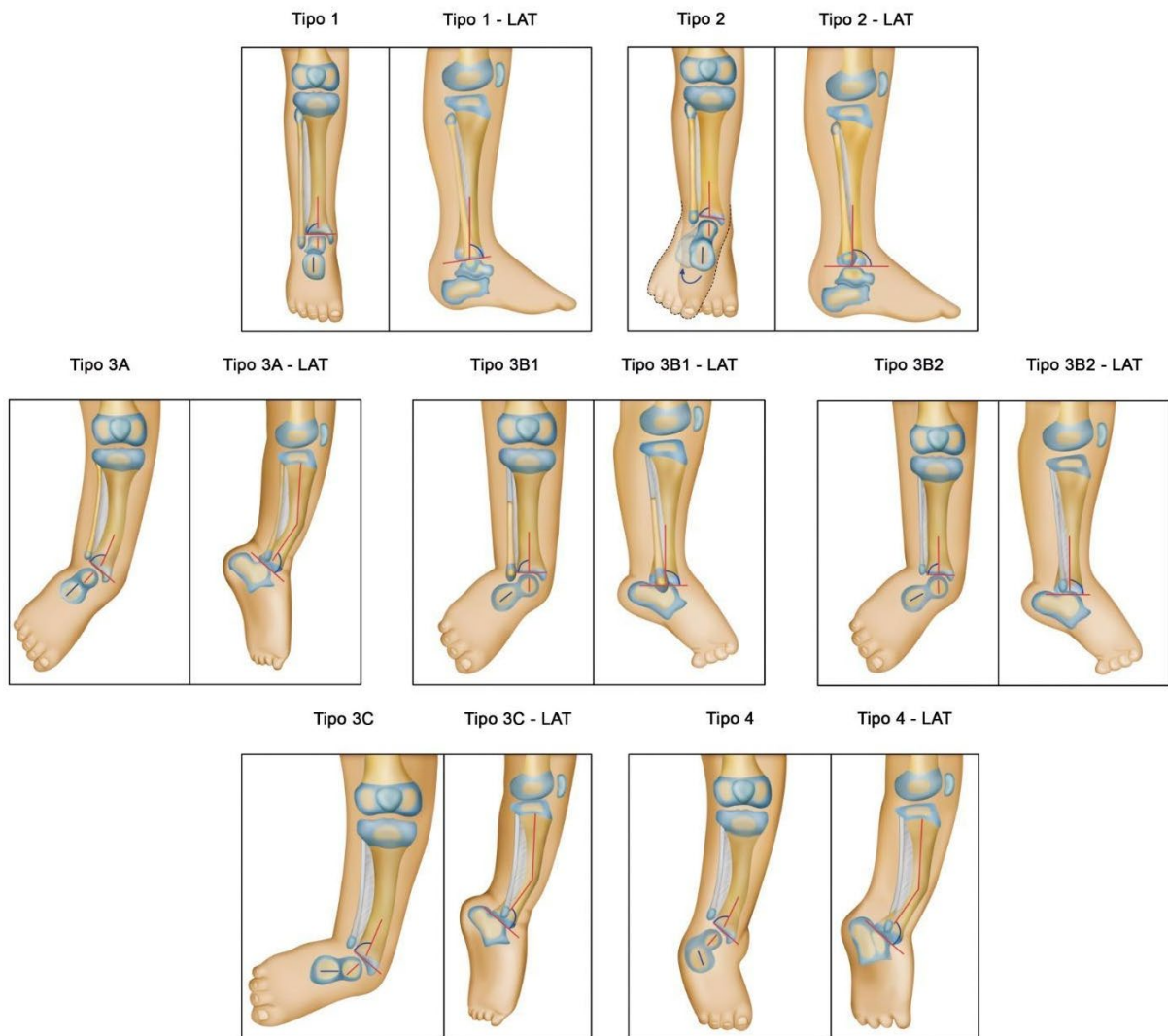
Quadro 1 - Classificação de Birch

Tipo	Característica	Tratamento Antecipado
Tipo 1 (pé preservado)	<6% de discrepância	Sem tratamento ou órteses ou epifisiodeses
1B	6% a 10% de discrepância	Epifisiodesse +- alongamento
1C	11% a 30% de discrepância	1 a 2 alongamentos +- epifisiodesse ou órteses
1D	>30% de discrepância	>2 alongamentos ou amputação ou órteses
Tipo 2 (pé não preservável)		
2A	Extremidade superior funcional	Amputação precoce
2B	Extremidade superior não funcional	Considerar salvação

Fonte: adaptado de Birch et al.⁶.

Em 2016, Paley⁸ constrói uma classificação visando o planejamento da cirurgia reconstrutora (Figura 7). Baseia-se na anatomia e nas deformidades da perna, tornozelo e articulação subtalar, sendo descrita em quatro tipos de HF com três subtipos em cada.

- Tipo 1: tornozelo estável. Em alguns casos o tornozelo é normal e a fíbula levemente encurtada comparada ao lado contralateral. A discrepância final é de menos de 5 cm.
- Tipo 2: valgo dinâmico, sendo possível trazer o pé para a posição plantígrada. Não existe equinovalgo rígido. A maioria dos tornozelos apresentam deformidade em “bola-soquete” com a fíbula curta em comparação ao nível da articulação tibio-talar. Geralmente há limitação de dorsiflexão, porém sem equino rígido.
- Tipo 3: deformidade em equino-valgo fixo. Subdividido em três tipos:
 - Tipo 3A: apresenta equino-valgo fixo devido a deformidade do tornozelo (epífise da tíbia distal em procurvato e em valgo. O LDTA está diminuído.)
 - Tipo 3B: existe uma coalizão tarsal. O calcâneo está localizado lateralmente ao tálus e geralmente apresenta uma inclinação em valgo em relação ao corpo do tálus. Quando a fíbula apresenta fise distal e maléolo lateral, classifica-se como tipo 3B1 e ela está migrada proximamente, articulando com a superfície dorsal do calcâneo. A mesma deformidade pode ocorrer sem a fíbula (3B2).
 - Tipo 3C: Tanto a deformidade distal da tíbia quanto a coalizão tarsal estão presentes.
- Tipo 4: equino-varo fixo. A diferença entre o tipo 3B e 3C e tipo 4 é que a subtalar apresenta a deformidade em varo. Esse tipo pode ser confundido com pé torto congênito ao nascimento. Cada tipo sugere um tratamento cirúrgico diferente, independentemente do número de raios do pé e da discrepância final dos membros.

Figura 7 - Classificação de Paley

Fonte: adaptado de Paley⁸.

3.5 EXAMES DE IMAGEM UTILIZADOS NA HEMIMELIA FIBULAR

Os exames de imagem são essenciais para o diagnóstico, acompanhamento, planejamento cirúrgico e seguimento pós-cirúrgico da HF. O exame essencial e mais utilizado atualmente na HF é a radiografia simples de perna (Figura 8), tornozelo e pé, porém estão sujeitas a erros técnicos e sobreposição de estruturas ósseas, dificultando a análise por parte dos especialistas. Além disso, a radiográfica convencional fornece imagens bidimensionais (2D) de estruturas tridimensionais (3D), o que faz com que possa haver erros de posicionamento, magnificação e distorções de imagens²⁷.

Figura 8 - Radiografia da perna direita e esquerda em paciente com hemimelia fibular



Fonte: arquivo do IOT-HCFMUSP.

Krähenbühl et al.²⁸, em 2018, relatam em seu estudo que os exames radiográficos utilizados, não conseguem avaliar a articulação subtalar com exatidão, devido a dificuldade de reprodução de medições interobservadores, o que dificulta o planejamento cirúrgico e análises de doenças em institutos e cirurgiões diferentes.

Com o avanço da tecnologia na ortopedia e na radiologia associado ao aumento da expectativa dos resultados cirúrgicos, tornou-se necessário a utilização de exames mais acurados. Apesar da tomografia computadorizada (TC) gerar imagens das estruturas ósseas com alta qualidade, não fornece a real correlação entre os ossos pois não considera a carga corporal fisiológica. Sendo assim, não sabemos com exatidão qual a deformidade do membro.

Em 2020, Burssens et al.²⁹ publicam estudo sobre a utilização de imagens com reconstrução 3D a partir de tomografia computadorizada em crianças com HF. Concluem que a técnica de conversão de exame 2D para 3D por meio de software é reproduzível e eficaz. Sendo assim, por meio de um exame de maior qualidade, houve maior facilidade no entendimento da doença e no planejamento pré- e pós-operatório, sendo factível a reconstrução do membro com uso de fixador externo hexapodal.

3.6 O USO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA COM CARGA NA HEMIMELIA FIBULAR

A tomografia computadorizada de feixe cônico com carga (WBCT, do inglês *Weight Bearing Computerized Tomography*) está sendo utilizada com êxito na última década, sendo um exame seguro, eficaz e que possibilita a geração de imagens de alta qualidade permitindo a interpretação correta das angulações e medidas dos membros inferiores. Assim, são gerados dados mais precisos e confiáveis para o entendimento das doenças, auxiliando também na programação cirúrgica³⁰.

As doenças mais estudadas por meio desse exame de imagem, geralmente são as deformidades colapsantes progressivas do pé e o hálux valgo, porém alterações do eixo dos membros, geno valgo, doenças do quadril também vêm sendo estudadas com a WBCT¹³.

Geng et al.³¹ realizam estudo caso controle com pacientes em posição supina, demonstrando maior dorsiflexão e supinação do primeiro metatarso em pacientes com hallux valgo.

Kido et al.³², em 2011, avaliam 21 pacientes com pé plano e 21 pacientes com pés normais e demonstram que pacientes com pé plano valgo apresentam maior flexão plantar do tálus, abdução do tálus e maior eversão da subtalar do que nos casos controle. O estudo é realizado com uma plataforma com carga e análise 3D.

Carrino et al.³³, em 2014, reportam a primeira WBCT utilizada para avaliação de lesões osteoarticulares. Avaliam que a tomografia com carga gera imagens comparáveis a TC convencional, com menor custo, melhor resolução espacial, e menor dose de radiação. É um aparelho circular que apresenta um tubo emissor de feixe cônico de raio X direcionado para um painel detector na extremidade oposta. O paciente mantém a posição ortostática no centro da máquina enquanto o aparelho realiza uma única rotação ao seu redor (Figura 9). Nesse movimento, o tomógrafo adquire imagens volumétricas dos pés e tornozelos em cerca de 18 a 20 segundos, com tempo de exposição à radiação menor que 10 segundos.

Figura 9 - Imagem fotográfica do paciente realizando tomografia computadorizada com carga (WBCT)



Fonte: imagem cedida pelo Laboratório Professor Manlio Mario Marco Napoli.

Tuominen et al.¹³, publicam o primeiro artigo com imagens de WBCT de pacientes em posição ortostática. Demonstram diferenças entre realizar o exame em supino e em posição ortostática. Demonstram como se comporta um tornozelo com artrose em posição ortostática em relação à posição em supino. Concluem que as vantagens da tecnologia são: rápida aquisição de imagem, possibilidade de realizar em posição ortostática, baixo custo, e baixa dose de radiação emitida e excelentes imagens.

Richter et al.³⁴, em 2015, em um estudo prospectivo, avaliam 30 pacientes utilizando WBCT, TC com carga e RX convencional. Realizam mapeamento do alinhamento do retropé e do mediopé e encontram diferenças significativas nas medidas angulares dos diferentes métodos. Sugerem, então, que apenas a WBCT fornece os valores corretos, uma vez que combina a carga fisiológica das radiografias com a resolução da TC.

Welck e Myerson³⁵, em 2015 descrevem casos com artrose da subtalar bilateral, com colapso articular unilateral. Utilizaram a WBCT para planejamento pré-operatório e avaliação pós-operatória. Evidenciam que o exame ajuda na avaliação de osteófitos posteriores e impactos anteriores e laterais do tornozelo. Além disso, auxilia na avaliação funcional e anatômica pós-operatória.

Em 2017, Kim et al.³⁶, comparam o uso da WBCT com a radiografia com carga em 96 pacientes com osteoartrose do tornozelo. Observaram que pacientes com quadros graves, apresentavam uma rotação interna do tálus aumentada. Afirmou ainda que a rotação interna do tálus não é notada em exames radiográficos com carga.

De Cesar Netto et al.³⁷ avaliam, em um estudo prospectivo, pacientes com pé plano valgo, comparando imagens de WBCT e da TC sem carga. Demonstraram que a WBCT produziu medidas similares às radiografias convencionais, porém evidenciou maior gravidade da doença em estudo.

Godoy-Santos e de Cesar Netto¹⁵, em 2018, publicam artigo de revisão sobre os avanços que a WBCT e a necessidade do entendimento espacial das deformidades osteoarticulares para o correto diagnóstico e decisão terapêutica. Analisaram a literatura relacionada com o tema tomografia computadorizada, contida em bancos de dados de 1999 a 2017. Concluíram que a WBCT permite a avaliação da anatomia na posição ortostática fisiológica, com imagens de alta resolução espacial, pequeno tempo de aquisição de imagens.

Lôbo e Bordalo-Rodrigues³⁰, em 2021, publicam artigo de atualização sobre a WBCT. Explicam que esse novo exame vem sendo utilizado com sucesso desde a última década, superando a limitação da TC convencional. Pode ser utilizado para avaliação de pés, tornozelos e joelhos em diversas doenças (mau alinhamento, hálux valgo, pé plano e em seguimentos pós-operatórios). Descrevem ainda que, além de ser seguro e financeiramente atrativo, tem baixa emissão de radiação.

Holbrook et al.³⁸, em 2022, avaliam retrospectivamente 68 pacientes pediátricos que realizaram a WBCT e comparam com 48 pacientes que realizaram TC convencional. Concluem que houve uma redução significativa de exposição à radiação (0,63 mGy vs. 7,92 mGy) além de também reduzir o custo operacional (\$345 vs. \$505).

A partir da revisão da literatura, percebe-se que não existem estudos sobre o uso da WBCT com HF. Além disso, encontramos um único artigo em população pediátrica³⁸, sendo assim, o presente estudo é inovador e importante.

3.7 TRATAMENTO DA HEMIMELIA FIBULAR

A etiologia da HF continua obscura. Enquanto a deformidade sugere uma deficiência lateral global, a gravidade delas varia enormemente de um paciente para outro. Esse complexo espectro de deformidade é ainda maior quando há associação com deficiência femoral ou displasia do quadril.

O tratamento cirúrgico ou conservador da HF leva em consideração a discrepância final, número de raios do pé, possibilidade de reconstrução do membro, deformidade do tornozelo, presença de coalizão tarsal, possibilidade ou não de gerar um pé plantígrado e funcional, entre outros.

Letts e Vincent³⁹, em 1993, indicam, por meio de sua classificação, amputação do membro inferior caso a discrepância final seja maior que 10 cm, porém não orienta como selecionar os casos em idade menos avançada.

Em 1997, Naudie et al.⁵ obtêm resultado satisfatório somente em 4 dos 10 casos de alongamento ósseo. Realizam comparação com a amputação e concluem que amputação é preferível à reconstrução. O mesmo resultado foi obtido por Cheng, Cheung e Ng⁴⁰ em 1998.

McCarthy et al.⁴¹, em 2000, publicam um estudo comparando a amputação com o alongamento ósseo. Estudam 30 membros inferiores de 25 crianças e concluem que a amputação em idades precoces é mais efetiva, gerando menos dor, mais satisfação dos pais e pacientes, menor risco de complicações, menos procedimentos e menor custo ao sistema de saúde. A amputação mais utilizada em seu artigo foi do tipo Syme, ao nível do tornozelo.

É fato que a reconstrução óssea é possível e desejada nesses casos, porém o sucesso só é obtido com a equalização dos membros e com a correção das deformidades da perna e dos pés. Caso o contrário, com o crescimento, há recidiva da deformidade, complicações e dor para realizar atividades habituais.

Miller e Bell⁴², 1992, publicam em uma revista americana uma série de casos de 12 alongamentos ósseos em HF. O alongamento médio foi de 31% do comprimento inicial. Não houve luxação de joelho ou quadril, porém 25 complicações foram reportadas, sendo a maioria delas o retardo de consolidação óssea e deformidade no regenerado ósseo.

Gibbons e Bradish⁴³, em 1996, realizam alongamento ósseo em 10 tíbias de pacientes com HF. Conseguiram o alongamento desejado em todos os casos, além de pé plantígrado sem instabilidade e deambulação sem uso de órteses. Entretanto, ocorreram complicações em 90% dos casos.

Birch et al.⁶, propõem que em pacientes com 3 ou mais raios seja realizada a reconstrução óssea com correção das deformidades e alongamento. Descreve ainda que não concorda que a discrepância dos membros seja um fator decisivo para indicar ou não a amputação devido aos avanços da cirurgia ortopédica e a utilização de fixadores externos mais modernos. Porém concorda que o risco de complicações em alongamentos maiores que 15% a 20% do tamanho inicial é alto.

Uma das críticas ao alongamento ósseo com fixadores externos é o impacto psicológico nas crianças e famílias. Apesar de parte importante dos pacientes completar o tratamento, algumas evoluem com falta de apetite, perda de peso e insônia. Com a finalidade de diminuir esses riscos, é de extrema importância o acompanhamento com psicólogos⁸. Além disso, é importante realizar planejamento cirúrgico para espaçar os alongamentos, dando a possibilidade do paciente permanecer alguns anos sem o uso do fixador externo enquanto aproveita a infância. Sabharwal et al.⁴⁴ orientam o primeiro alongamento entre 1,5 e 4 anos, o segundo entre 6 e 10 anos e o último entre 12 e 14 anos. Crianças entre 4,5 e 6 anos apresentam menos tolerância para o alongamento.

Em 2019, Birch et al.⁹, publicam um estudo com 22 crianças que realizaram amputação ou reconstrução. Não houve diferença funcional ou psicológica entre os dois grupos. Ambos estavam satisfeitos com o tratamento e a vida social.

Paley⁸ publica, em 2016, que existem poucas contraindicações para o alongamento. Avalia que todos os pacientes devem ser expostos à possibilidade do tratamento e acredita que essa deve ser uma decisão da família e não do médico assistente. Em muitas culturas a amputação não é algo aceito inicialmente e isso também deve ser levado em consideração. O que deve ser considerado é que a cirurgia de reconstrução e alongamento necessita um árduo período de aprendizado. Já a amputação é tecnicamente mais fácil, o que aumenta as suas indicações. Nesse contexto, torna-se fundamental destacar que a cirurgia de reconstrução é melhor indicada quanto mais preciso for o seu planejamento pré-operatório. Um estudo detalhado, que inclua o uso de métodos de imagem adequados, influencia diretamente nos resultados funcionais do tratamento, possibilitando abordagens mais precisas e individualizadas.

4 MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Laboratório Professor Manlio Mario Marco Napoli – Tomografia computadorizada com carga (WBCT) situado Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas de São Paulo (IOT-HCFMUSP), juntamente ao grupo de pé e tornozelo e grupo de ortopedia pediátrica no Centro de Diagnóstico por Imagem do IOT.

4.1 APROVAÇÃO NA COMISSÃO DE ÉTICA E TERMO DE CONSENTIMENTO

Foi obtida aprovação pela comissão científica do IOT-HCFMUSP pelo número de protocolo 1468 e pela Comissão de Ética para análise de projetos do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (CAPESQ) parecer 4.486.276 (Anexos A e B).

Os pacientes receberam todas as orientações sobre o estudo, leram ou ouviram a leitura realizada pelo pesquisador do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo C) o que os permitiram consentir as suas participações neste estudo. Esse documento foi assinado e arquivado.

4.2 DESENHO DO ESTUDO

O estudo segue o desenho observacional, transversal com o escopo de analisar parâmetros radiográficos e tomográficos das relações osteoarticulares dos ossos do tornozelo e pé em pacientes com HF. As medições foram feitas em momentos separados ao da realização do exame. Para fins deste trabalho, não houve o seguimento dos indivíduos submetidos ao exame.

4.3 CUSTO

O estudo não contou com recursos financeiros privados ou provenientes de órgão de fomento à pesquisa. Os exames radiográficos foram realizados dentro dos custos do Sistema Único de Saúde (SUS) referentes à assistência ao paciente e exames pertinentes à determinação do seu diagnóstico, gravidade e tratamento. O aparelho de WBCT foi adquirido pelo Laboratório Professor Manlio Mario Marco Napoli por meio de doação ao Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas de São Paulo (IOT-HCFMUSP) e está disponível apenas para realização de trabalhos científicos após aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da instituição, sem custos. Quaisquer outros gastos para realização deste estudo foram financiados com recursos próprios do pesquisador executante, sem contribuição de agências de fomento ou de empresas privadas.

4.4 TAMANHO DA AMOSTRA

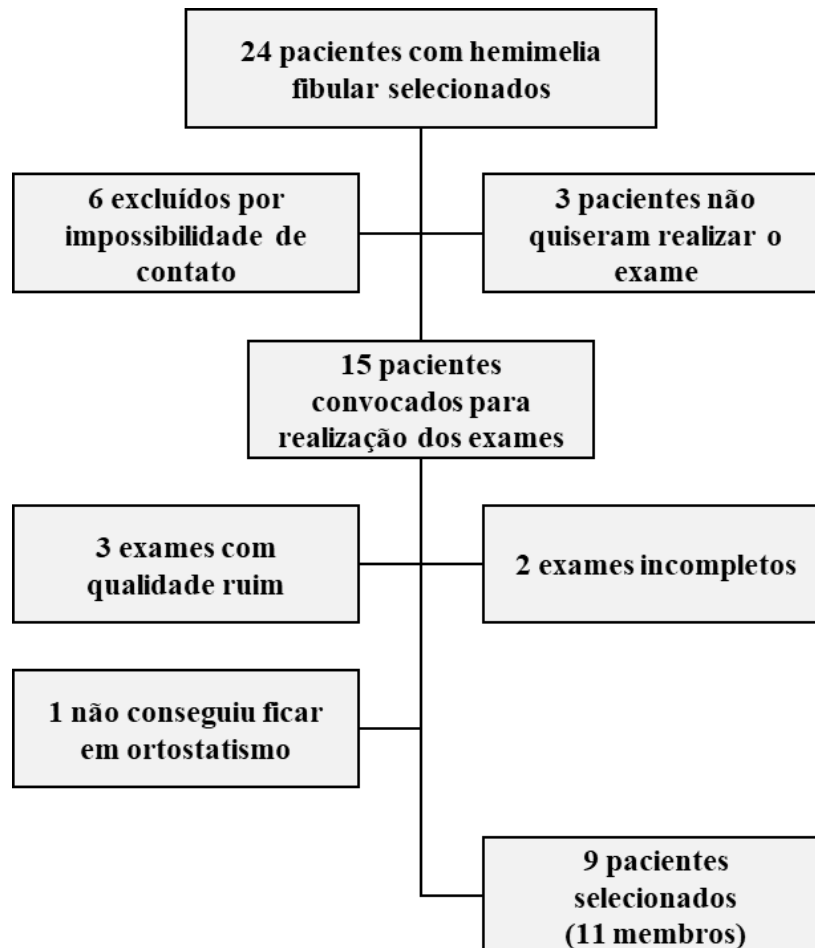
Nosso estudo de WBCT em crianças com HF é inédito e, assim, a ausência de estudos prévios foi limitante para se determinar o cálculo amostral da forma habitual.

A doença é de incidência muito rara, o que também dificulta o dimensionamento da amostra. Em 2023, o Estado de São Paulo registrou 498.937 nascimentos, portanto, como a incidência de HF é de 1 a cada 135.000 nascidos vivos, estima-se que existam somente 3,6 crianças nascidas com a malformação por ano.

4.5 POPULAÇÃO ESTUDADA

Foram estudados pacientes deambuladores com diagnóstico de HF do ambulatório do Grupo de Ortopedia Pediátrica do IOT-HCFMUSP e que tenham realizado WBCT entre 2020 e 2022. A doença foi diagnosticada a partir da avaliação clínica e radiográfica ambulatorial (Figura 10).

Figura 10 - Fluxo de pacientes incluídos no trabalho



4.5.1 Critérios de inclusão

1. Idade entre 3 anos e 16 anos (pacientes imaturos esqueleticamente).
2. Capacidade de ficar em pé parado, sem ajuda, por pelo menos 40 segundos.
3. Capacidade de deambular.
4. Responsável legal concordante com o termo de consentimento.
5. Disponibilidade para realizar o estudo de imagem com WBCT.
6. Pacientes que realizaram tanto a WBCT quanto radiografia simples num intervalo de 12 meses entre elas.

4.5.2 Critérios de exclusão

1. Pacientes com diagnósticos de síndromes genéticas ou doenças neurológicas associadas.
2. Pacientes previamente submetidos a cirurgias nos membros inferiores.

4.6 TÉCNICA DE IMAGEM POR TOMOGRAFIA COM CARGA

Todos os estudos foram realizados com um scanner de extremidades LineUp® WBCT (CT; CurveBeam, Philadelphia, PA, USA). A imagem seguiu o protocolo de dose fixa do fabricante para pacientes com fise aberta (abaixo de 100 lbs/45 kg): voltagem = 100kVp, corrente = 5,0 mA, CTDI = 1.163 mGy, FOV = 20 cm altura x 35 cm comprimento, cortes = 0,3 mm). Tempo de procedimento de 112 segundos até o levantamento do pórtico e procedimento de RX de 5 segundos³⁵. Todos os participantes foram submetidos a duas varreduras consecutivas do joelho, perna e pé: exame com carga WBCT com o participante em pé com os pés afastados entre si na largura dos ombros e com o membro acometido realizando descarga de peso. Pacientes com deformidade unilateral ou com discrepância de comprimento dos membros, utilizaram compensação para distribuição de carga igualitária.

Três revisores - 1 estudante de medicina, 1 radiologista e 1 ortopedista pediátrico foram convidados a avaliar as imagens e mensurar os ângulos de interesse. O posicionamento dos pacientes para realização do exame de WBCT foi sempre realizado pelo radiologista (Figura 11).

Figura 11 - Tomógrafo de feixe cônico com carga



Fonte: imagem cedida pelo Laboratório Professor Manlio Mario Marco Napoli.

4.7 MENSURAÇÕES

Três pesquisadores treinados, sendo um médico especialista em ortopedia pediátrica, um radiologista com experiência em aquisição de imagens da WBCT e um estudante do último ano de medicina, realizaram as medições, de forma independente, aleatória e cega. Foram treinados por meio de reuniões, exemplificando de modo prático e teórico como realizar cada medição angular. Para avaliação da confiabilidade intraobservador, o ortopedista (pesquisador principal) realizou um segundo conjunto de medições um mês após a conclusão da primeira avaliação (para reduzir o viés de memória).

4.7.1 Preparação das imagens de WBCT

Os dados 3D brutos foram convertidos em fatias de imagem sagital, coronal e axial e transferidos digitalmente para um software dedicado denominado 3D Slicer (Surgical Planning Lab – Harvard - EUA, 2022) para medições baseadas em computador. Também foi utilizado o software 3D Slicer para a mensuração dos ângulos em imagens da WBCT. Inicialmente, os dados de imagem foram importados para o 3D Slicer a partir dos arquivos no formato DICOM. O software permitiu a reconstrução tridimensional da área de interesse, possibilitando uma análise detalhada sob diferentes planos de visualização (axial, coronal, sagital). Para isolar as regiões relevantes, empregou-se as ferramentas de segmentação. Este passo foi fundamental para delimitar com precisão as estruturas que seriam analisadas, garantindo que as medições angulares refletissem com acurácia as relações anatômicas sob as condições de carga. Com as estruturas segmentadas, utilizou-se a ferramenta de medição angular para quantificar os ângulos formados entre as diferentes estruturas. Esse procedimento envolveu a seleção de pontos de referência específicos e a aplicação de métodos de reconstrução para calcular os ângulos com precisão.

4.7.2 Preparação das imagens radiográficas

O software ImageJ (Wayne Rasband - NIH - EUA, 2017) foi utilizado para a análise e mensuração dos ângulos nas radiografias. As imagens das radiografias foram importadas para o ImageJ em formato digital, possibilitando a visualização em escala de cinza. Foi realizado o ajuste de brilho e contraste para otimizar a visualização dos contornos anatômicos, bem como a calibração da escala a partir de marcadores de referência presentes nas imagens. Utilizaram-se as ferramentas de seleção do ImageJ para definir as regiões de interesse (*Region of interest - ROI*) correspondentes às estruturas anatômicas a serem analisadas. Esse procedimento garantiu que as medições fossem realizadas de forma precisa, com a delimitação correta dos contornos dos elementos analisados.

Com as ROIs definidas, empregou-se a ferramenta de medição angular do ImageJ para quantificar os ângulos entre as estruturas selecionadas. Para isso, foram estabelecidos pontos de referência e linhas de contorno, permitindo uma análise detalhada da orientação dos elementos anatômicos presentes na radiografia. A metodologia adotada possibilitou a obtenção de dados quantitativos com alta precisão. Foram realizadas medições repetidas para assegurar a reprodutibilidade dos resultados e compará-los com métodos previamente validados, reforçando a consistência dos dados obtidos.

Quadro 2 - Descrição dos ângulos aferidos nos exames.

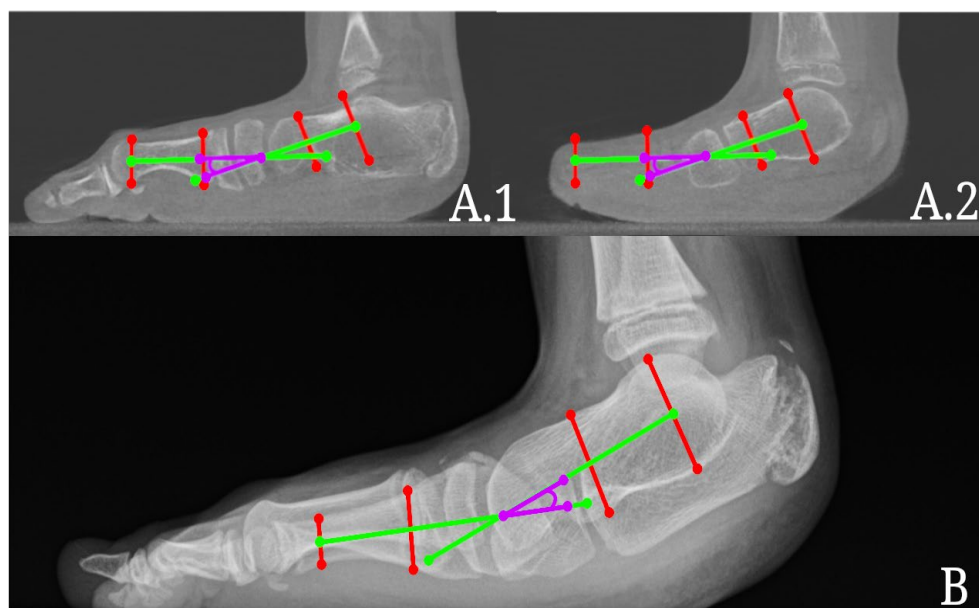
Medidas	Plano (WBCT)	Plano (Raio X)	Definição
Ângulo tálus-primeiro metatarso (sT1M)	Sagital	Lateral	Formado entre o eixo longo do primeiro metatarso com o eixo longo do tálus. Formado por uma linha unindo a tuberosidade anterior do calcâneo até a tuberosidade posterior e outra linha ligando a tuberosidade posterior do calcâneo até a projeção mais inferior da cabeça do primeiro metatarso.
Pitch do Calcâneo (sPC)	Sagital	Lateral	
Ângulo tibiocalcâneo (sTC)	Sagital	Lateral	Formado entre o eixo longo da tíbia com o eixo longo do calcâneo.
Ângulo anterior distal da tíbia (sADTA)	Sagital	Lateral	O ângulo entre o eixo longo da tíbia e a superfície articular distal da tíbia.
Ângulo talocalcaneano (aTC)	Axial	Anterior-Posterior	Ângulo formado entre o eixo longo do calcâneo e do tálus.
Ângulo lateral distal da tíbia (cLDTA)	Coronal	Anterior-Posterior	Ângulo entre o eixo longo da tíbia e a superfície articular distal da tíbia.
Presença de coalizão tarsal	Sagital/Coronal	Anterior-Posterior/Lateral	A presença de uma conexão óssea ou fibrocartilaginosa identificável entre pelo menos dois ossos do pé ou de sinais radiográficos geralmente aceitos, como o sinal C ou o sinal do tamanduá.
Ângulo do alinhamento do retropé (cAAR)	Coronal	Anterior-Posterior	Ângulo formado entre o eixo longo da tíbia com o eixo longo do calcâneo
Translação lateral do calcâneo	Coronal	Anterior-Posterior	A distância entre o eixo longo da tíbia e uma linha paralela ao eixo longo do calcâneo, passando na porção inferior desse osso.

4.7.3 Medidas do plano sagital

O plano sagital é definido como paralelo à sutura sagital do crânio. Sendo assim, no joelho é paralelo ao eixo longo do membro inferior, mostrando uma imagem em perfil da articulação. Já no pé, é perpendicular à plataforma horizontal com a borda horizontal das imagens alinhada com o eixo do segundo metatarso. Três parâmetros sagitais foram avaliados:

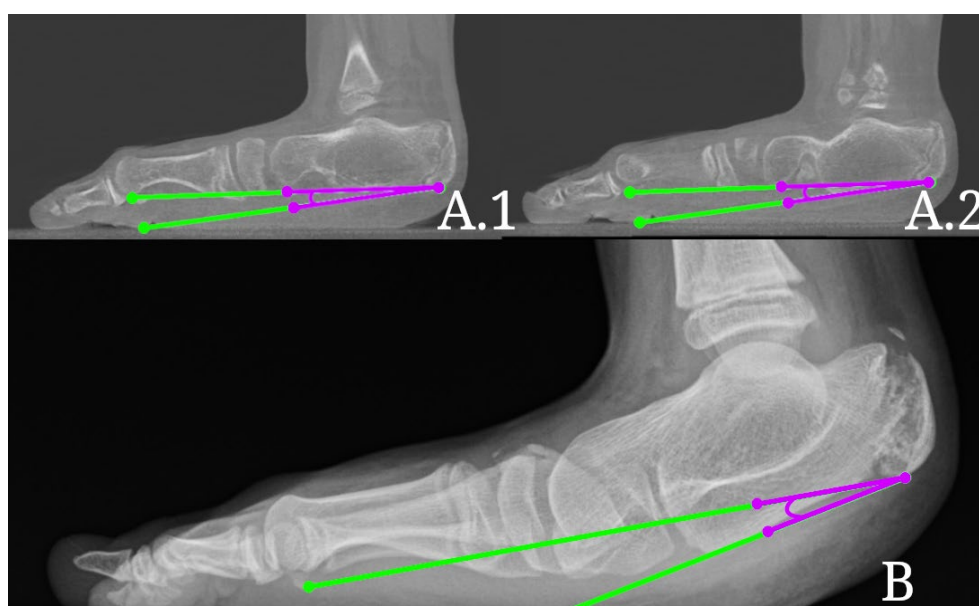
- Ângulo do tálus-primeiro metatarso (sT1M): avalia a relação anatômica e funcional entre o tálus e o primeiro metatarso, sendo essencial para a compreensão da biomecânica do pé. Determina-se esse ângulo a partir da projeção dos dois ossos no plano sagital, traçando-se uma linha que representa o eixo longitudinal do tálus - definido pela linha que liga o ponto médio da largura do osso - e outra linha que segue o eixo longitudinal do primeiro metatarso, estabelecida a partir do seu alinhamento central. A interseção dessas linhas fornece o valor angular. Valor normal: 0 a 10 graus (Figura 12).

Figura 12 - Ângulo tálus-primeiro metatarso



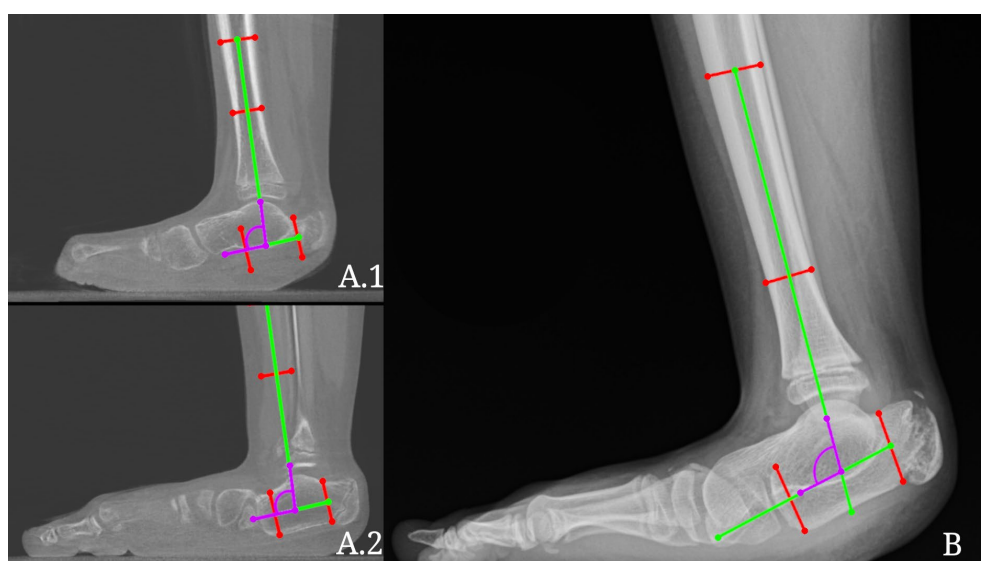
- Ângulo de inclinação do calcâneo/Pitch do calcâneo (sPC): medida radiológica que avalia a inclinação do calcâneo em relação a uma linha de referência horizontal. Traça-se uma linha unindo a tuberosidade anterior do calcâneo até a tuberosidade posterior. E outra linha ligando a tuberosidade posterior do calcâneo até a projeção mais inferior da cabeça do primeiro metatarso. A interseção dessas linhas fornece o valor angular que caracteriza a elevação do arco do pé. Essa medida permite avaliar a biomecânica do pé, sendo fundamental para o diagnóstico de condições como o pé plano ou outras alterações no alinhamento. Valor normal: 15 a 30 graus (Figura 13).

Figura 13 - Medida do pitch do calcâneo



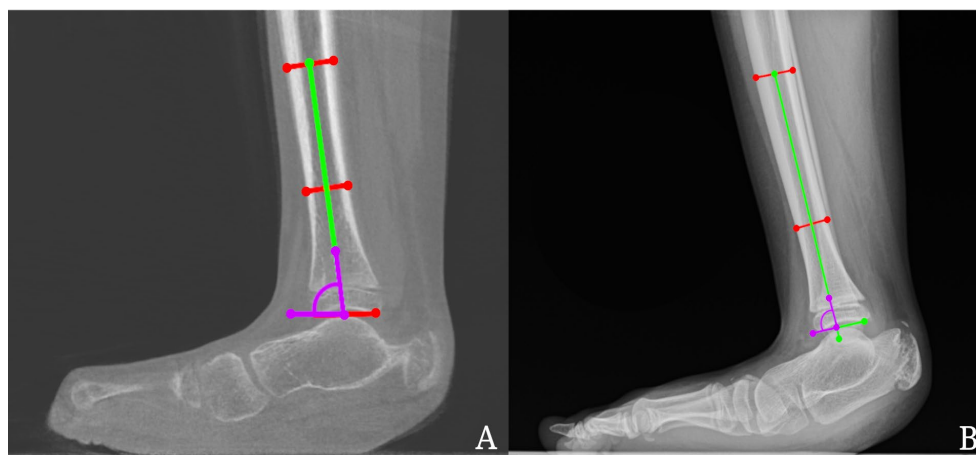
- Ângulo tibiocalcâneo: avalia a inclinação relativa entre o eixo longitudinal da tíbia e o eixo do calcâneo, sendo obtido a partir de imagens radiográficas ou tomográficas. Traça-se uma linha que representa o eixo longitudinal da tíbia, e outra que segue o eixo do calcâneo, geralmente determinada a partir da orientação de sua superfície plantar. A interseção dessas linhas fornece o valor angular que reflete a relação entre a posição da tíbia e a orientação do calcâneo, contribuindo para a avaliação do equino do retropé. Valor normal: 25 a 50 graus (Figura 14).

Figura 14 - Ângulo tibiocalcâneo (sTC)



- Ângulo distal anterior da tíbia (sADTA): medida radiológica que avalia a inclinação da superfície articular distal da tíbia em direção à parte anterior, sendo essencial para a análise do alinhamento do tornozelo. Traça-se uma linha que acompanha a borda anterior do tibial plato e outra que representa o eixo longitudinal da tíbia, definida a partir do alinhamento central do corpo ósseo, e a interseção dessas linhas fornece o valor angular. Valor normal: 78 a 82 graus (Figura 15).

Figura 15 - Ângulo distal anterior da tíbia (sADTA)

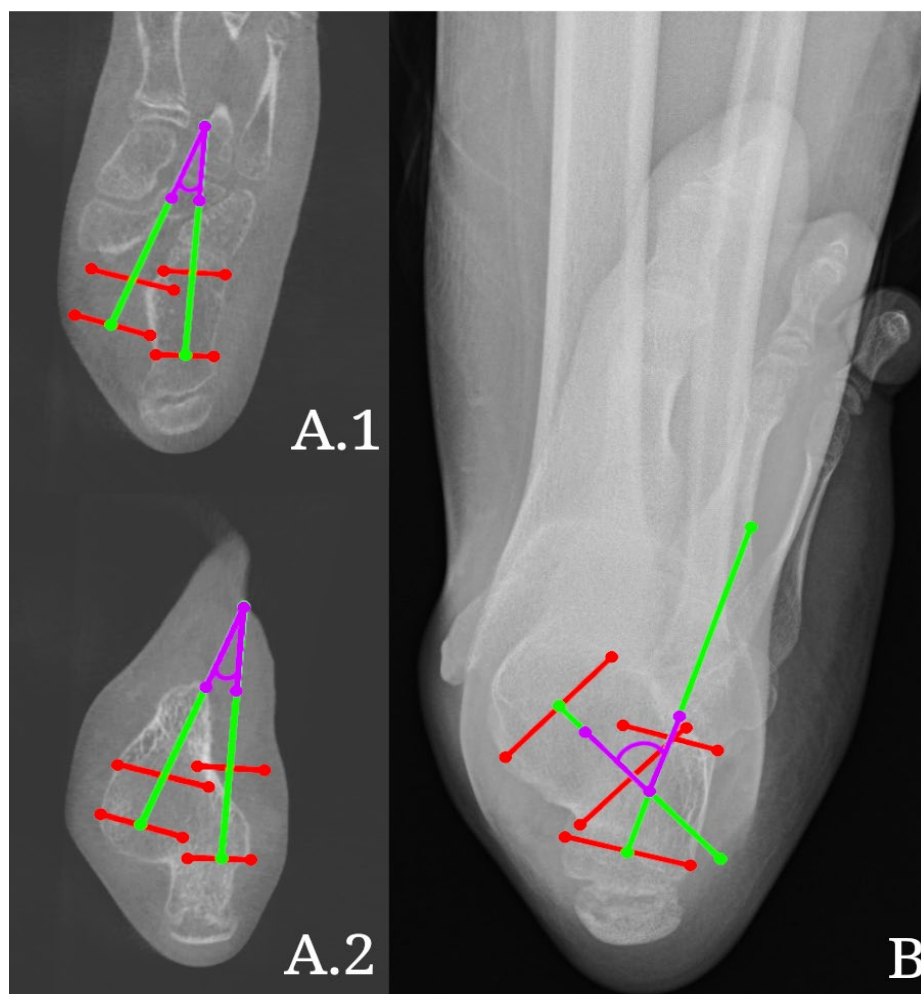


4.7.4 Medidas do plano axial

O plano axial foi definido como paralelo à plataforma horizontal, com a borda horizontal das imagens alinhada com o eixo do primeiro metatarso. Um parâmetro axial foi avaliado:

- Ângulo talocalcaneano (aTC): O aTC no plano axial é uma medida que avalia a relação posicional entre o tálus e o calcâneo, e é mensurado em imagens obtidas por WBCT ou Rx em anteroposterior do pé. Traça-se uma linha representando o eixo longitudinal do tálus, considerando a direção de sua superfície articular superior, e outra linha seguindo o eixo do calcâneo, definida a partir da sua superfície articular ou do alinhamento médio do osso. A interseção dessas linhas fornece o valor angular, que indica a relação angular entre estes ossos e contribui para a avaliação da biomecânica do pé, sendo essencial para o diagnóstico e o planejamento terapêutico em condições como pé plano ou pé cavo. Valor normal: 15 a 35 graus (Figura 16).

Figura 16 - Ângulo talocalcaneano



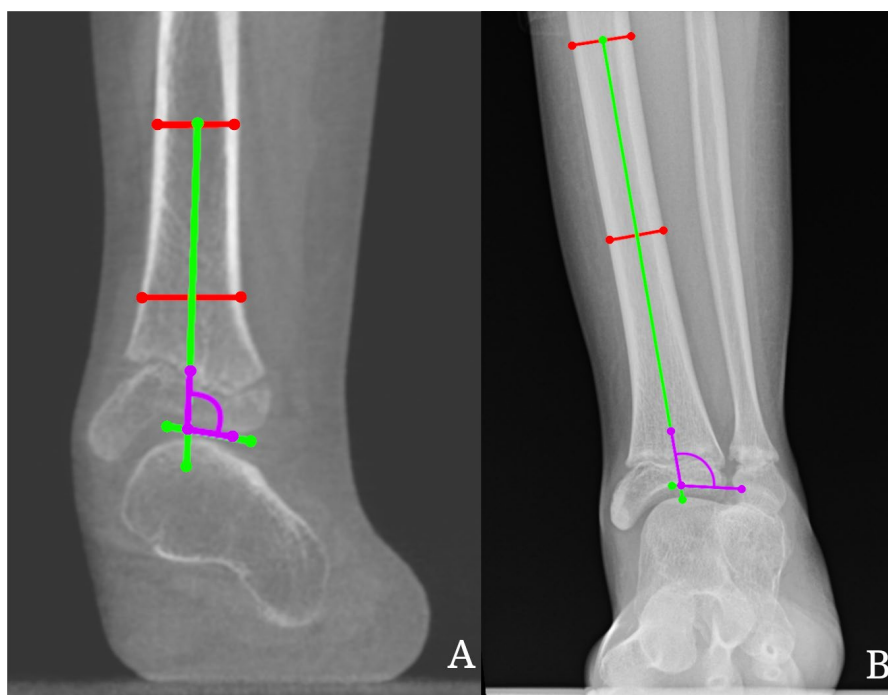
4.7.5 Medidas do plano coronal

O plano coronal foi definido como perpendicular à plataforma horizontal, com a borda horizontal das imagens alinhadas com uma linha perpendicular ao eixo bimalleolar do tornozelo.

Os parâmetros coronais abaixo foram avaliados:

- Ângulo distal lateral da tíbia (cLDTA): o ângulo distal lateral da tíbia é uma medida anatômica que avalia a inclinação da superfície articular lateral do platô distal da tíbia em relação ao seu eixo longitudinal. Traça-se uma linha representando o eixo central da tíbia e outra linha tangente à superfície articular lateral distal, sendo a interseção dessas linhas o que define o valor angular. Esse ângulo é fundamental na avaliação do alinhamento do tornozelo, contribuindo para o diagnóstico de deformidades e para o planejamento terapêutico em casos de lesões ou correções osteotomias, permitindo que os procedimentos cirúrgicos sejam realizados com precisão e reprodutibilidade. Valor normal: 77 a 84 graus (Figura 17).

Figura 17 - Imagem tomográfica evidenciando o cLDTA

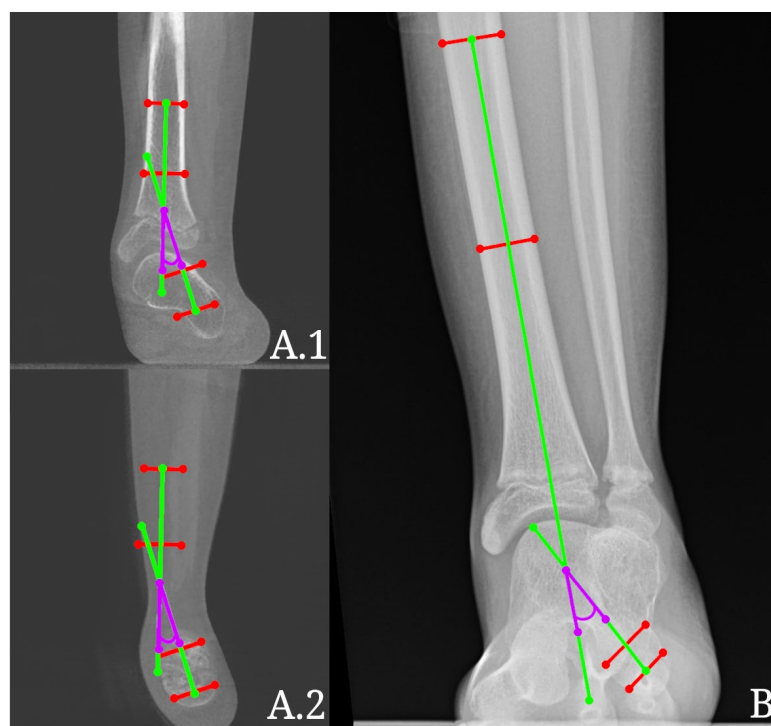


- Presença de coalizão tarsal: avalia a presença de barras ósseas calcaneonavicular ou talocalcaneana (Figura 18).

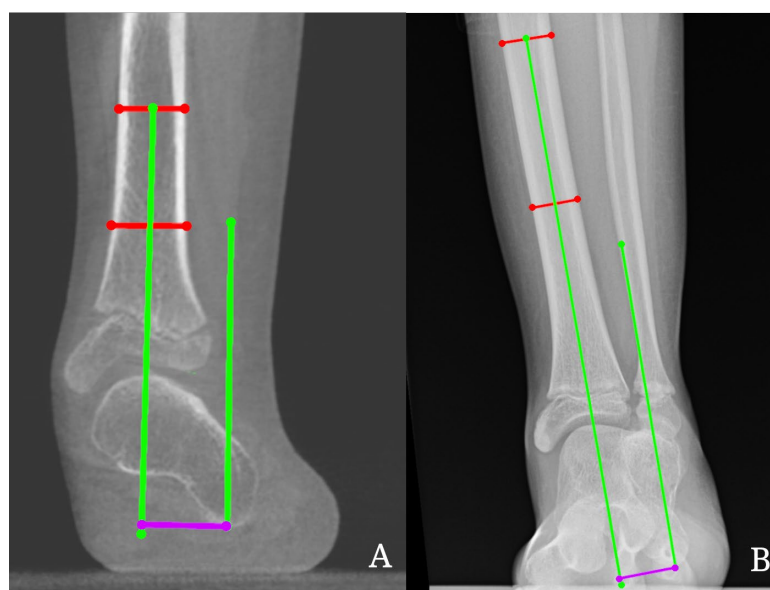
Figura 18 - Imagem demonstrando coalizão tarsal talocalcaneana



- Ângulo do Alinhamento do retropé (cAAR): formado por uma linha médio diafisária do eixo da tibia com o eixo talocalcaneano (ponto central do domus talar com o ponto mais inferior do calcâneo). Valor normal: 5 a 10 graus (Figura 19).

Figura 19 - Eixo translacional da tíbia-calcâneo

- Translação lateral do calcâneo (cTLC): definido como a referência que permite avaliar o deslocamento relativo desses ossos, sendo estabelecido a partir da projeção dos eixos longitudinais de cada estrutura em imagens radiográficas e tomográficas. A distância entre esses eixos possibilita a quantificação do deslocamento translacional, identificando desvios que podem comprometer a biomecânica do tornozelo e a estabilidade do pé (Figura 20).

Figura 20 - Translação lateral do calcâneo

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As características quantitativas avaliadas pelo avaliador principal foram descritas a cada avaliação e em cada método, com uso de medidas resumo (média, desvio padrão, mediana e quartis) e verificada a reprodutibilidade intraobservador com uso de coeficientes de correlação intraclass (CCI) com os respectivos intervalos com 95% de confiança e estimada as diferenças entre as avaliações com a medida de repetibilidade⁴⁵. A característica qualitativa foi descrita com uso de frequências absolutas e relativas e verificada a reprodutibilidade com uso do coeficiente Kappa com o respectivo intervalo com 95% de confiança⁴⁶. Os parâmetros avaliados foram descritos para cada examinador e verificada a reprodutibilidade interexaminadores 2 a 2 com uso de CCI e coeficientes Kappa, bem como avaliada a concordância entre os métodos, tomando as medidas do avaliador principal, com uso dos mesmos coeficientes da avaliação intraexaminador e interexaminadores⁴⁵.

As análises foram realizadas com uso do *software* IBM-SPSS *for Windows* versão 22.0 e gráficos e tabelas foram feitas com uso do *software* Microsoft-Excel 2013⁴⁵.

4.9 ANÁLISE DE RISCO

O estudo em questão apresenta riscos semelhantes ao uso da radiografia convencional usada rotineiramente na avaliação desses pacientes. A WBCT é um exame padronizado há anos e esse tipo de exame com feixe cônico apresenta uma carga de radiação semelhante a uma radiografia comum em 3 incidências¹⁰.

Os pacientes que apresentaram alguma contraindicação da realização do exame, foram excluídos na fase inicial.

5 RESULTADOS

O gênero, idade e lado acometido dos participantes estão presentes na Tabela 1. Dos nove pacientes avaliados, seis (66,7%) eram do sexo masculino e três (33,3%) do sexo feminino. A média de idade foi de 8 anos, com desvio padrão de 2,5 anos. Em relação ao lado acometido, quatro pacientes (44,4%) apresentavam comprometimento do lado esquerdo, três (33,3%) do lado direito e dois (22,2%) apresentavam acometimento bilateral.

Tabela 1 - Descrição dos parâmetros avaliados pelo RX para o avaliador principal nas 2 avaliações e resultado dos coeficientes de reprodutibilidade intraexaminador

Parâmetros	Número	Porcentagem	Média ($\pm$ DP)
Gênero			
Masculino	6	66,7%	-
Feminino	3	33,3%	
Idade (anos)	-	-	8 $\pm$ 2,5
Lado acometido			
Esquerdo	4	44,4%	-
Direito	3	33,33%	
Bilateral	2	22,2%	

Foram avaliadas nove medidas angulares e lineares nos nove pacientes selecionados para o estudo. As mensurações foram realizadas por três avaliadores independentes, sendo que o pesquisador principal repetiu as aferições após um intervalo de 30 dias, com o objetivo de avaliar a reprodutibilidade intraobservador.

As características quantitativas avaliadas pelo avaliador principal foram descritas a cada avaliação em cada método com uso de medidas resumo (média, desvio padrão, mediana e quartis) e verificada a reprodutibilidade intraobservador com uso de coeficientes de correlação intraclassa (CCI) com os respectivos intervalos com 95% de confiança e estimada as diferenças entre as avaliações com a medida de repetibilidade⁴⁵. A característica qualitativa foi descrita com uso de frequências absolutas e relativas e verificada a reprodutibilidade com uso do coeficiente Kappa com o respectivo intervalo com 95% de confiança⁴⁶. Os parâmetros avaliados foram descritos para cada examinador e verificada a reprodutibilidade interexaminadores 2 a 2 com uso de CCI e coeficientes Kappa, bem como avaliada a concordância entre os métodos, tomando as medidas do avaliador principal, com uso dos mesmos coeficientes da avaliação intraexaminador e interexaminadores⁴⁵.

As análises foram realizadas com uso do software IBM-SPSS for Windows versão 22.0 e gráficos e tabelas foram feitas com uso do software Microsoft-Excel 2013.

A Tabela 2 compara medições radiográficas realizadas pelo avaliador principal em dois momentos distintos e mostra que os parâmetros ângulo distal anterior da tíbia, ângulo talocalcaneano e LDTA não apresentaram boas reprodutibilidade intraobservador pela radiografia

(CCI < 0,5 e IC atingindo valor 0), os demais parâmetros (sPC, sT1M e cAAR) apresentaram reprodutibilidades altas, sendo alguns com reprodutibilidade perfeita (CCI = 1). A maior diferença média estimada entre as avaliações nos parâmetros que apresentaram boa reprodutibilidade foi no ângulo tálus-metatarso (repetibilidade 3,4 graus).

Tabela 2 - Descrição dos parâmetros avaliados pelo RX para o avaliador principal nas 2 avaliações e resultado dos coeficientes de reprodutibilidade intraexaminador

Variável	RX		CCI	IC (95%)		Repetibilidade
	1ª avaliação	2ª avaliação		Inferior	Superior	
Ângulo Talus-Metatarso (sT1M)			0,975	0,914	0,993	3,4
média ± DP	2 ± 22,6	0,3 ± 20,9				
mediana (p25; p75)	9 (-15; 20)	12 (-15; 17)				
Pitch do Calcâneo (sPC)			0,993	0,975	0,998	1,5
média ± DP	-2,7 ± 16,6	-3,2 ± 17,1				
mediana (p25; p75)	-6 (-17; 10)	-4 (-20; 10)				
Ângulo Tibiocalcâneo (sTC)			1,000	-	-	0,0
média ± DP	118,9 ± 30,2	118,9 ± 30,2				
mediana (p25; p75)	120 (95; 128)	120 (95; 128)				
Ângulo Distal Anterior da Tíbia (sADTA)			0,339	0,000	0,764	7,5
média ± DP	89,8 ± 5,3	86,8 ± 11,9				
mediana (p25; p75)	90 (88; 93)	90 (80; 95)				
Ângulo Talocalcaneano (aTC)			0,037	0,000	0,620	10,6
média ± DP	18,4 ± 11,3	17,6 ± 10,4				
mediana (p25; p75)	19 (7; 28)	19 (7; 29)				
LDTA (cLDTA)			0,460	0,000	0,816	7,2
média ± DP	82,6 ± 7,2	79,3 ± 11,9				
mediana (p25; p75)	85 (78; 87)	79 (71; 89)				
Presença de Coalizão Tarsal*			1,000	-	-	
n/N (%)	10/11 (90,9)	10/11 (90,9)				
Ângulo do alinhamento do retropé (cAAR)			0,991	0,961	0,998	2,5
média ± DP	2,2 ± 24,6	1,7 ± 24,6				
mediana (p25; p75)	15 (-23,5; 22,5)	13 (-22,5; 22,5)				
Translação lateral do calcâneo (mm)			1,000	-	-	0,0
média ± DP	16,2 ± 4,6	16,2 ± 4,6				
mediana (p25; p75)	15 (13; 20)	15 (13; 20)				

CCI: Coeficiente de correlação intraclass; IC: Intervalo de confiança; * Coeficiente Kappa

Na Tabela 3, tem-se que a reprodutibilidade intraobservador no WBCT foi boa para quase todos os parâmetros avaliados, exceto para o ângulo do alinhamento do retropé, cuja reprodutibilidade foi nula. As variáveis com maior reprodutibilidade foram: sTC (CCI = 0,995), sADTA (CCI = 0,965), translação lateral do calcâneo (CCI = 0,960), (sT1M) (CCI = 0,949) e sPC (CCI = 0,941). Essas variáveis apresentaram elevados CCIs, com IC estreitos e baixos erros de repetibilidade (variando entre 1,3 e 3,8).

Tabela 3 - Descrição dos parâmetros avaliados pelo WBCT para o avaliador principal nas 2 avaliações e resultado dos coeficientes de reprodutibilidade intraexaminador

Variável	WBCT		CCI	IC (95%)		Repetibilidade
	1ª avaliação	2ª avaliação		Inferior	Superior	
Ângulo Talus-Metatarso (sT1M)			0,949	0,826	0,986	3,4
média ± DP	-2,1 ± 14,1	-1,2 ± 14,9				
mediana (p25; p75)	0 (-15; 9)	5 (-17; 12)				
Pitch do Calcâneo (sPC)			0,941	0,799	0,984	3,8
média ± DP	1,4 ± 12,4	0,7 ± 17,3				
mediana (p25; p75)	5 (-13; 12)	8 (-22; 14)				
Ângulo Tibiocalcâneo (sTC)			0,995	0,970	0,999	2,3
média ± DP	106,6 ± 39,2	109 ± 38,5				
mediana (p25; p75)	95,5 (76,3; 132)	98 (79,8; 132)				
Ângulo Distal Anterior da Tíbia (sADTA)			0,965	0,881	0,990	1,3
média ± DP	84,5 ± 7,4	85,2 ± 7,1				
mediana (p25; p75)	85 (84; 88)	85 (83; 88)				
Ângulo Talocalcaneano (aTC)			0,820	0,452	0,948	5,3
média ± DP	21,1 ± 11	20,8 ± 13,1				
mediana (p25; p75)	19 (12; 30)	17 (9; 33)				
LDTA (cLDTA)			0,758	0,331	0,928	2,4
média ± DP	84,2 ± 5,2	86 ± 5,1				
mediana (p25; p75)	85 (80; 88)	86 (82; 90)				
Presença de Coalizão Tarsal*			1,000	-	-	
n/N (%)	10/11 (90,9)	10/11 (90,9)				
Ângulo do alinhamento do retropé (cAAR)			0,000	0,000	0,454	20,7
média ± DP	14,7 ± 23,8	35,1 ± 12,5				
mediana (p25; p75)	20 (-1,5; 33,5)	32 (25,5; 42)				
Translação lateral do calcâneo (mm)			0,960	0,866	0,989	2,0
média ± DP	20,3 ± 10,4	19,4 ± 9,8				
mediana (p25; p75)	17 (14; 21)	15 (14; 25)				

CCI: Coeficiente de correlação intraclass; IC: Intervalo de confiança; * Coeficiente Kappa

A Tabela 4 demonstra que, no geral a reprodutibilidade interexaminadores do RX foi boa para a maioria dos parâmetros, tendo sido ruim para os parâmetros sADTA, aTC, cLDTA e presença de coalizão tarsal (coeficientes mais baixos com intervalos às vezes atingindo zero), chama a atenção para alguns parâmetros os coeficientes do observador 1 com os demais observadores, cujas reprodutibilidades foram mais baixas entre os observadores 2 e 3, como por exemplo translação lateral do calcâneo.

Tabela 4 - Descrição dos parâmetros avaliados pelo RX para os 3 avaliadores e resultado dos coeficientes de reprodutibilidade interexaminadores

Variável	Examinador (RX)			Examinadores	CCI	IC (95%)		Repetibilidade
	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3			Inferior	Superior	
Ângulo Talus-Metatarso (sT1M)				Ex. 1 vs Ex. 2	0,911	0,714	0,975	6,7
média ± DP	-0,2 ± 21,7	2 ± 22,7	2 ± 22,6	Ex. 1 vs Ex. 3	0,957	0,855	0,988	4,5
mediana (p25; p75)	3,7 (-16,8; 18)	4,5 (-15,2; 19,6)	9 (-15; 20)	Ex. 2 vs Ex. 3	0,966	0,878	0,991	4,4
Pitch do Calcâneo (sPC)				Ex. 1 vs Ex. 2	0,938	0,788	0,983	3,9
média ± DP	-2,3 ± 15,3	-1,7 ± 15	-2,7 ± 16,6	Ex. 1 vs Ex. 3	0,961	0,861	0,989	3,3
mediana (p25; p75)	-3,6 (-16,5; 9,8)	-7,8 (-12,7; 9,7)	-6 (-17; 10)	Ex. 2 vs Ex. 3	0,987	0,954	0,996	1,7
Ângulo Tibiocalcâneo (sTC)				Ex. 1 vs Ex. 2	0,553	0,000	0,855	20,0
média ± DP	124,1 ± 35,3	116,7 ± 22,7	118,9 ± 30,2	Ex. 1 vs Ex. 3	0,923	0,749	0,979	8,8
mediana (p25; p75)	122,3 (98,3; 128,8)	124,8 (100,3; 131,4)	120 (95; 128)	Ex. 2 vs Ex. 3	0,752	0,301	0,927	13,7
Ângulo Distal Anterior da Tíbia (sADTA)				Ex. 1 vs. Ex. 2	0,799	0,424	0,941	4,8
média ± DP	90,7 ± 11,9	92,2 ± 9,1	89,8 ± 5,3	Ex. 1 vs. Ex. 3	0,641	0,082	0,890	5,7
mediana (p25; p75)	87 (83,3; 95,6)	92,8 (86,8; 99,3)	90 (88; 93)	Ex. 2 vs. Ex. 3	0,699	0,242	0,907	4,0
Ângulo Talocalcaneano (aTC)				Ex. 1 vs. Ex. 2	0,391	0,000	0,795	12,1
média ± DP	20,1 ± 17,2	19,6 ± 13	18,4 ± 11,3	Ex. 1 vs. Ex. 3	0,489	0,000	0,834	10,6
mediana (p25; p75)	13 (8,9; 28,2)	21,2 (8; 30)	19 (7; 28)	Ex. 2 vs. Ex. 3	0,752	0,308	0,927	6,2
LDTA (cLDTA)				Ex. 1 vs. Ex. 2	0,000	0,000	0,524	10,9
média ± DP	87 ± 10,3	82,4 ± 10,7	82,6 ± 7,2	Ex. 1 vs. Ex. 3	0,395	0,000	0,782	6,8
mediana (p25; p75)	86 (82,3; 90,1)	83 (73; 86,2)	85 (78; 87)	Ex. 2 vs. Ex. 3	0,142	0,000	0,679	8,5
Presença de Coalizão Tarsal*				Ex. 1 vs. Ex. 2	&			
n/N (%)	9/11 (81,8)	11/11 (100)	6/11 (54,5)	Ex. 1 vs. Ex. 3	0,035	-0,449	0,519	
				Ex. 2 vs. Ex. 3	&			
Ângulo do alinhamento do retropé (cAAR)				Ex. 1 vs. Ex. 2	0,946	0,797	0,987	6,2
média ± DP	6 ± 28,1	2,7 ± 26,4	2,2 ± 24,6	Ex. 1 vs. Ex. 3	0,954	0,813	0,989	5,3
mediana (p25; p75)	12,8 (-17,6; 25,8)	15 (-24; 24)	15 (-23,5; 22,5)	Ex. 2 vs. Ex. 3	0,985	0,934	0,996	3,3
Translação lateral do calcâneo (mm)				Ex. 1 vs. Ex. 2	0,196	0,000	0,700	4,7
média ± DP	14,6 ± 5,6	15,9 ± 4,8	16,2 ± 4,6	Ex. 1 vs. Ex. 3	0,295	0,000	0,745	4,3
mediana (p25; p75)	15,4 (9; 18,3)	14,9 (13,4; 19,3)	15 (13; 20)	Ex. 2 vs. Ex. 3	0,917	0,726	0,977	1,4

CCI: Coeficiente de correlação intraclasse; IC: Intervalo de confiança; * Coeficiente Kappa; & Não é possível estimar.

A Tabela 5 demonstra que, no geral a reprodutibilidade inter-examinadores da avaliação radiográfica. As medidas com maior reprodutibilidade interobservador foram o sT1M, sPC, o cAAR e a translação lateral do calcâneo, todas apresentando CCI acima de 0,90 entre os pares de avaliadores, indicando excelente concordância. Destaca-se, por exemplo, o sT1M com CCI variando entre 0,957 e 0,986 e erro médio de repetibilidade de até 6,7°, e o sPC com CCI entre 0,966 e 0,987 e erro de até 4,4°, demonstrando alto grau de consistência nas medições. O ângulo tibia-calcâneo (sTC) apresentou CCI entre 0,553 e 0,923, com maior variação entre os pares de avaliadores e erro de repetibilidade de até 20,0°, indicando concordância, dependendo do par analisado. De forma semelhante, o sADTA e o aTC apresentaram CCI variando entre 0,489 e 0,799, indicando concordância baixa a moderada entre os avaliadores. A presença de coalizão tarsal, avaliada por meio do coeficiente Kappa, demonstrou baixa concordância entre os examinadores, com valores significativamente reduzidos (Kappa entre 0,035 e 0,440), evidenciando dificuldade na identificação dessa característica de forma consistente. As medidas de menor reprodutibilidade foram o aTC e o cLDTA, que apresentaram CCI inferiores a 0,5 em várias comparações, e erro de repetibilidade elevado, sugerindo limitações na acurácia interobservador dessas mensurações.

Tabela 5 - Descrição dos parâmetros avaliados pelo WBCT para os 3 avaliadores e resultado dos coeficientes de reprodutibilidade interexaminadores

Variável	Examinador (WBCT)			Examinadores	CCI	IC (95%)		Repetibilidade
	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3			Inferior	Superior	
Ângulo Talus-Metatarso (sTIM)				Ex. 1 vs. Ex. 2	0,556	0,000	0,863	11,8
média ± DP	4,3 ± 19,9	-6,4 ± 18,3	-2,1 ± 14,1	Ex. 1 vs. Ex. 3	0,577	0,025	0,871	10,9
mediana (p25; p75)	4,2 (-10,6; 17,5)	-10 (-20,9; 10,6)	0 (-15; 9)	Ex. 2 vs. Ex. 3	0,951	0,718	0,989	3,0
Pitch do Calcâneo (sPC)				Ex. 1 vs. Ex. 2	0,695	0,141	0,915	12,2
média ± DP	5,5 ± 26,7	2,2 ± 12,3	1,4 ± 12,4	Ex. 1 vs. Ex. 3	0,668	0,160	0,898	12,1
mediana (p25; p75)	14 (-19,3; 26,7)	7 (-10,7; 12,5)	5 (-13; 12)	Ex. 2 vs. Ex. 3	0,941	0,794	0,985	3,1
Ângulo Tibiocalcâneo (sTC)				Ex. 1 vs. Ex. 2	0,889	0,386	0,975	11,2
média ± DP	103,8 ± 40	118,4 ± 46,3	106,6 ± 39,2	Ex. 1 vs. Ex. 3	0,992	0,960	0,998	3,0
mediana (p25; p75)	92,7 (74,7; 132,9)	119 (81,7; 134,2)	95,5 (76,3; 132)	Ex. 2 vs. Ex. 3	0,920	0,541	0,982	9,6
Ângulo Distal Anterior da Tíbia (sADTA)				Ex. 1 vs. Ex. 2	0,303	0,000	0,733	6,6
média ± DP	89,9 ± 6,3	82,3 ± 10,3	84,5 ± 7,4	Ex. 1 vs. Ex. 3	0,285	0,000	0,711	5,5
mediana (p25; p75)	88,1 (85,8; 92,9)	82,4 (77,3; 89,3)	85 (84; 88)	Ex. 2 vs. Ex. 3	0,912	0,641	0,978	2,4
Ângulo Talo Calcaneano (aTC)				Ex. 1 vs. Ex. 2	0,882	0,616	0,969	5,4
média ± DP	18,2 ± 13,9	20,5 ± 17,3	21,1 ± 11	Ex. 1 vs. Ex. 3	0,798	0,407	0,945	5,5
mediana (p25; p75)	16,5 (6,3; 30,6)	16,1 (8,2; 32,7)	19 (12; 30)	Ex. 2 vs. Ex. 3	0,786	0,339	0,942	7,0
LDTA (cLDTA)				Ex. 1 vs. Ex. 2	0,143	0,000	0,649	11,9
média ± DP	87 ± 7,9	77,2 ± 16,5	84,2 ± 5,2	Ex. 1 vs. Ex. 3	0,588	0,071	0,866	4,1
mediana (p25; p75)	87,2 (82; 90,4)	83,8 (68,4; 86,7)	85 (80; 88)	Ex. 2 vs. Ex. 3	0,286	0,000	0,746	10,2
Presença de Coalizão Tarsal*				Ex. 1 vs. Ex. 2	1,000	-	-	
n/N (%)	10/11 (90,9)	9/10 (90)	10/11 (90,9)	Ex. 1 vs. Ex. 3	1,000	-	-	
				Ex. 2 vs. Ex. 3	1,000	-	-	
Ângulo do alinhamento do retropé (cAAR)				Ex. 1 vs. Ex. 2	-	-	-	
média ± DP	18 ± 29,9		14,7 ± 23,8	Ex. 1 vs. Ex. 3	0,923	0,717	0,982	7,5
mediana (p25; p75)	24,6 (-2,7; 32)		20 (-1,5; 33,5)	Ex. 2 vs. Ex. 3	-	-	-	
Translação lateral do calcâneo (mm)				Ex. 1 vs. Ex. 2	0,624	0,000	0,893	3,8
média ± DP	16,3 ± 5,2	16,6 ± 6,5	20,3 ± 10,4	Ex. 1 vs. Ex. 3	0,570	0,048	0,858	5,1
mediana (p25; p75)	16 (11,4; 20)	16,2 (11,8; 19,3)	17 (14; 21)	Ex. 2 vs. Ex. 3	0,382	0,000	0,795	7,0

CCI: Coeficiente de correlação intraclass; IC: Intervalo de confiança; * Coeficiente Kappa

A Tabela 6, compara os parâmetros avaliados pelo pesquisador principal nos dois métodos, indicando que apenas 5 parâmetros apresentaram alguma concordância (ângulo tálus-metatarso, pitch do calcâneo, ângulo tibia-calcâneo e ângulo talocalcaneano), com CCI > 0,6 e intervalos de confiança não atingindo zero.

Tabela 6 - Descrição dos parâmetros avaliados pelo avaliador principal segundo métodos e resultado dos coeficientes de concordância

Variável	Método		CCI	IC (95%)		Repetibilidade
	RX	WBCT		Inferior	Superior	
Ângulo Talus-Metatarso (sT1M)			0,613	0,068	0,878	11,8
média ± DP	2 ± 22,6	-2,1 ± 14,1				
mediana (p25; p75)	9 (-15; 20)	0 (-15; 9)				
Pitch do Calcâneo (sPC)			0,772	0,378	0,932	6,7
média ± DP	-2,7 ± 16,6	1,4 ± 12,4				
mediana (p25; p75)	-6 (-17; 10)	5 (-13; 12)				
Ângulo Tibiocalcâneo (sTC)			0,742	0,201	0,931	15,2
média ± DP	118,9 ± 30,2	106,6 ± 39,2				
mediana (p25; p75)	120 (95; 128)	95,5 (76,3; 132)				
Ângulo Distal Anterior da Tibia (sADTA)			0,162	0,000	0,629	5,7
média ± DP	89,8 ± 5,3	84,5 ± 7,4				
mediana (p25; p75)	90 (88; 93)	85 (84; 88)				
Ângulo Talo Calcaneano (aTC)			0,721	0,277	0,915	5,8
média ± DP	18,4 ± 11,3	21,1 ± 11				
mediana (p25; p75)	19 (7; 28)	19 (12; 30)				
LDTA (cLDTA)			0,029	0,000	0,608	6,2
média ± DP	82,6 ± 7,2	84,2 ± 5,2				
mediana (p25; p75)	85 (78; 87)	85 (80; 88)				
Presença de Coalizão Tarsal*			1,000	-	-	
n/N (%)	10/11 (90,9)	10/11 (90,9)				
Ângulo do alinhamento do retropé (cAAR)			0,470	0,000	0,842	17,0
média ± DP	2,2 ± 24,6	14,7 ± 23,8				
mediana (p25; p75)	15 (-23,5; 22,5)	20 (-1,5; 33,5)				
Translação lateral do calcâneo (mm)			0,266	0,000	0,719	6,8
média ± DP	16,2 ± 4,6	20,3 ± 10,4				
mediana (p25; p75)	15 (13; 20)	17 (14; 21)				

CCI: Coeficiente de correlação intraclasse; IC: Intervalo de confiança

6 DISCUSSÃO

A WBCT destaca-se como uma inovação no estudo das deformidades do pé e tornozelo do paciente com HF, conforme busca demonstrar o presente estudo. O exame supera as limitações da radiografia convencional ao fornecer uma análise tridimensional sob condições fisiológicas de carga, com baixa radiação, especialmente importante na população pediátrica. Esse avanço alinha-se ao objetivo primário do estudo, que avaliou as relações osteoarticulares do tornozelo e do pé em crianças com HF, uma malformação congênita rara que desafia as ferramentas diagnósticas tradicionais devido à sua complexidade anatômica e funcional.

A radiografia convencional, embora amplamente utilizada, apresenta restrições significativas na HF. Krähenbühl et al.²⁸ observam que o RX não consegue avaliar com precisão a articulação subtalar, devido à sobreposição de estruturas ósseas e à baixa reprodutibilidade interobservador. Essas limitações tornam difícil a avaliação de deformidades como coalizões tarsais ou alterações do retropé, comuns na HF⁸. Em contraste, a WBCT combina a alta resolução da tomografia com a simulação da carga corporal, permitindo uma visualização detalhada do alinhamento ósseo em planos axial, coronal e sagital.

Neste estudo, as diferenças entre as duas técnicas tornaram-se evidentes. Parâmetros como o ângulo lateral distal da tíbia (LDTA) foram frequentemente subestimados na radiografia. A WBCT revelou valores consistentemente maiores de LDTA em comparação com o RX, indicando que a deformidade em valgo da tíbia distal – esperada na ausência do suporte fibular – foi mais precisamente detectada sob carga. Da mesma forma, o ângulo talocalcaneano (aTC) apresentou valores mais elevados na WBCT, revelando maior abdução do retropé em relação às medidas da radiografia convencional. Esses achados estão em consonância com os resultados de Richter et al.³⁴, que demonstraram que a WBCT fornece valores angulares mais precisos em comparação com radiografias e tomografias sem carga, reforçando seu papel ideal na avaliação de deformidades tridimensionais como a HF. Essas medições fornecem dados objetivos que auxiliam o ortopedista na escolha entre técnicas reconstrutivas, correções angulares ou procedimentos ablativos, como a amputação.

Do ponto de vista clínico, a WBCT mostra potencial significativo para otimizar o planejamento terapêutico. Paley⁸ destaca que o sucesso das cirurgias reconstrutivas na HF depende de uma compreensão detalhada das deformidades do tornozelo e do pé, incluindo estabilidade subtalar e discrepância dos membros. A WBCT atende plenamente a essa exigência ao oferecer uma visão tridimensional em ortostatismo. Por exemplo, neste estudo, a identificação de coalizões tarsais foi facilitada na WBCT, mesmo com baixa concordância entre os avaliadores, sugerindo que com treinamento adequado, a técnica pode se tornar padrão ouro para essa detecção. Da mesma forma, valores alterados de LDTA e de translação lateral do

calcâneo, mensurados com maior sensibilidade pela WBCT, oferecem subsídios cirúrgicos importantes, como a indicação de osteotomias ou a necessidade de correção com fixadores externos. Godoy-Santos e de Cesar Netto¹⁵ reforçam que a WBCT melhora a avaliação funcional e anatômica em deformidades osteoarticulares, o que pode reduzir o risco de complicações pós-operatórias, como instabilidade articular ou recidiva de deformidades.

A reprodutibilidade das medições realizadas com a WBCT, tanto intra quanto interobservador, especialmente para os parâmetros realizados nos planos sagital e axial foi um dos principais pontos de força deste trabalho. Essa consistência sugere que a WBCT é um exame confiável e aplicável na rotina clínica, desde que os profissionais estejam devidamente treinados. A confiabilidade intraobservador da WBCT foi classificada como substancial na maioria dos parâmetros avaliados, com coeficiente de correlação intraclassa (CCI) entre 0,61 e 0,80, destacando-se em parâmetros como o ângulo tibiocalcâneo (sTC), pitch do calcâneo (sPC) e ângulo tálus-primeiro metatarso (sT1M). Apenas o ângulo do alinhamento do retropé (cAAR) apresentou baixa reprodutibilidade intraobservador na WBCT, podendo estar relacionada à dificuldade na identificação precisa dos pontos anatômicos de referência, especialmente em casos com deformidades complexas como na hemimelia fibular. A confiabilidade interobservador, embora menor que a intraobservador, também foi aceitável para os mesmos parâmetros. Esses dados corroboram os achados de de Cesar Netto et al.¹⁰, que afirmam que, embora a experiência do avaliador influencie os resultados, a resolução espacial da WBCT compensa possíveis variações técnicas. Holbrook et al.³⁸ também destacam a eficácia da WBCT em populações pediátricas, apontando sua aplicabilidade mesmo em ossos imaturos, o que reforça sua viabilidade para o uso em ortopedia pediátrica. A observação de que alguns parâmetros, como o alinhamento do retropé, apresentam menor reprodutibilidade interobservador, reforça a necessidade de padronização e de desenvolvimento de protocolos específicos para avaliação de pacientes com HF. Essa dificuldade em replicar o valor prévio também pode estar associado à gravidade da doença e dificuldade de entendimento das relações anatômicas do membro. Mesmo assim, os resultados obtidos alinham-se à literatura internacional e indicam que, mesmo em uma população pediátrica com ossos ainda imaturos, a WBCT mantém sua eficácia e segurança.

Apesar dos avanços, algumas limitações deste estudo devem ser reconhecidas. O tamanho amostral restrito, com nove pacientes, é um reflexo da baixa incidência da HF (1 a cada 135.000 nascidos vivos)³⁸, dificultando análises estatísticas robustas e a extrapolação para subtipos mais raros, como a HF bilateral. Além disso, o estudo foi transversal, impossibilitando o acompanhamento da evolução das deformidades ou dos desfechos pós-operatórios. Tal

limitação foi destacada por Welck e Myerson³⁵, que demonstraram o valor da WBCT no monitoramento de alterações articulares progressivas em pacientes com artrose subtalar. Ainda que a dose de radiação da WBCT seja menor que a da TC convencional (0,63 mGy vs. 7,92 mGy, segundo Holbrook et al.³⁸, o uso em crianças exige sempre uma ponderação cuidadosa entre benefício diagnóstico e exposição acumulada. Outra limitação diz respeito à viabilidade de implementação do exame em larga escala, especialmente em centros públicos vinculados ao Sistema Único de Saúde (SUS). Embora o exame envolva menor exposição à radiação em comparação à TC convencional e ofereça custo operacional comparável a outros métodos de imagem avançada, sua disponibilidade ainda é restrita. A incorporação como rotina diagnóstica em hospitais públicos depende não apenas de comprovações técnicas, mas também de avaliações econômicas e logísticas que merecem estudo específico.

A ausência de dados sobre custo operacional no contexto do SUS também impede a análise de viabilidade econômica da implantação da WBCT em larga escala. Além disso, a natureza transversal do estudo impede a análise da evolução das deformidades ao longo do tempo ou da resposta a intervenções cirúrgicas. Ainda assim, os achados apresentados fornecem uma base robusta para pesquisas futuras, sobretudo aquelas com delineamento longitudinal e maior amostragem.

A originalidade deste estudo reside na sua abordagem pioneira ao aplicar a WBCT em crianças com HF, um campo escassamente explorado na literatura científica. Até o momento, a maior parte das publicações envolvendo WBCT concentra-se em patologias como pé plano valgo, hálux valgo e artrose do retropé^{15,37}. A HF, no entanto, apresenta um padrão único de complexidade anatômica e funcional, sendo particularmente desafiadora para métodos de imagem tradicionais. Ao fornecer dados específicos para esse grupo de pacientes, o presente trabalho abre caminho para futuras comparações com outras deformidades longitudinais congênitas, como a hemimelia tibial ou a pseudoartrose congênita da tíbia. Além disso, a WBCT pode transformar o manejo clínico da HF ao permitir uma personalização maior das estratégias cirúrgicas e terapêuticas, alinhando-se com as particularidades morfológicas e funcionais de cada criança.

Sugere-se que pesquisas futuras ampliem a amostra para incluir diferentes subtipos de HF, como os descritos por Birch et al.⁶ e Paley⁸, além de integrar estudos longitudinais que explorem o impacto da WBCT no seguimento pós-operatório. A introdução de softwares de modelagem tridimensional, como o CubeView™, pode também refinar a simulação cirúrgica, aprimorando a previsibilidade dos resultados. Burssens et al.²⁹ já apontam esse caminho ao utilizarem reconstruções 3D para planejar cirurgias ortopédicas complexas.

Em síntese, a WBCT representa um avanço significativo no diagnóstico e manejo da HF, superando as limitações bidimensionais da radiografia convencional e oferecendo uma visão detalhada das relações osteoarticulares sob carga. Apesar das limitações metodológicas, os dados apresentados indicam que a WBCT tem potencial para se tornar uma ferramenta essencial no arsenal diagnóstico da ortopedia pediátrica. Ao aprimorar o planejamento cirúrgico, aumentar a confiabilidade das avaliações e melhorar a funcionalidade do membro inferior, a WBCT contribui diretamente para a reabilitação global e a qualidade de vida das crianças com HF. Consolida-se então, como uma ferramenta inovadora, segura e eficiente na avaliação das deformidades do tornozelo e do pé na HF. Sua introdução na prática clínica representa um passo importante na ortopedia pediátrica moderna, oferecendo uma abordagem mais sensível, funcional e personalizada ao cuidado de crianças com essa condição rara e desafiadora. Este estudo estabelece as bases para que futuras investigações explorem ainda mais o papel da WBCT no diagnóstico, planejamento e acompanhamento evolutivo da HF, promovendo um cuidado mais preciso.

7 CONCLUSÃO

Concluimos que a WBCT apresenta reprodutibilidade intra e interobservador satisfatória para a maioria dos parâmetros avaliados, superando o desempenho da radiografia convencional em diversos aspectos. Parâmetros como o ângulo tibia-calcâneo, o ângulo talocalcaneano e a presença de coalizão tarsal apresentaram excelente concordância entre os avaliadores, especialmente quando mensurados pela WBCT. Esses achados indicam que a WBCT oferece maior confiabilidade e riqueza de detalhes na análise das deformidades do pé e tornozelo em crianças com hemimelia fibular, contribuindo para diagnósticos mais precisos e decisões terapêuticas mais assertivas. Além disso, os dados obtidos neste trabalho abrem caminho para que futuros estudos explorem novas aplicações da WBCT em outras condições congênitas, buscando padronizar medidas e ampliar seu uso na prática ortopédica pediátrica.

REFERÊNCIAS*

* De acordo com Estilo Vancouver.

1. Stevens PM, Arms D. Postaxial Hypoplasia of the Lower Extremity: J Pediatr Orthop. 2000;20(2):166-172.
2. Achterman C, Kalamchi A. Congenital deficiency of the fibula. J Bone Joint Surg Br. 1979 May;61-B(2):133-7.
3. Froster UG, Baird PA. Congenital defects of lower limbs and associated malformations: a population based study. Am J Med Genet. 1993 Jan 1;45(1):60-4.
4. Lewin SO, Opitz JM. Fibular a/hypoplasia: review and documentation of the fibular developmental field. Am J Med Genet Suppl. 1986;2:215-38.
5. Naudie D, Hamdy RC, Fassier F, Morin B, Duhaime M. Management of fibular hemimelia: amputation or limb lengthening. J Bone Joint Surg Br. 1997 Jan;79(1):58-65.
6. Birch JG, Lincoln TL, Mack PW, Birch CM. Congenital fibular deficiency: a review of thirty years' experience at one institution and a proposed classification system based on clinical deformity. J Bone Joint Surg Am. 2011 Jun 15;93(12):1144-51.
7. Hefny H, Elmoatasem EM, Mahran M, Fayyad T, Elgebeily MA, Mansour A, Hefny M. Ankle Reconstruction in Fibular Hemimelia: New Approach. HSS J. 2017 Jul;13(2):178-85.
8. Paley D. Surgical reconstruction for fibular hemimelia. J Child Orthop. 2016;10(6):557-83.
9. Birch JG, Paley D, Herzenberg JE, Morton A, Ward S, Riddle R, Specht S, Cummings D, Tulchin-Francis K. Amputation Versus Staged Reconstruction for Severe Fibular Hemimelia: Assessment of Psychosocial and Quality-of-Life Status and Physical Functioning in Childhood. JB JS Open Access. 2019 Apr 5;4(2):e0053.
10. de Cesar Netto C, Shakoor D, Dein EJ, Zhang H, Thawait GK, Richter M, Ficke JR, Schon LC; Weightbearing CT International Study Group; Demehri S. Influence of investigator experience on reliability of adult acquired flatfoot deformity measurements using weightbearing computed tomography. Foot Ankle Surg. 2019 Aug;25(4):495-502.
11. Lintz F, de Cesar Netto C, Barg A, Burssens A, Richter M; Weight Bearing CT International Study Group. Weight-bearing cone beam CT scans in the foot and ankle. EFORT Open Rev. 2018 May 21;3(5):278-86.
12. Zbijewski W, De Jean P, Prakash P, Ding Y, Stayman JW, Packard N, Senn R, Yang D, Yorkston J, Machado A, Carrino JA, Siewerdsen JH. A dedicated cone-beam CT system for musculoskeletal extremities imaging: design, optimization, and initial performance characterization. Med Phys. 2011 Aug;38(8):4700-13.
13. Tuominen EK, Kankare J, Koskinen SK, Mattila KT. Weight-bearing CT imaging of the lower extremity. AJR Am J Roentgenol. 2013 Jan;200(1):146-8.

14. Shakoor D, Osgood GM, Brehler M, Zbijewski WB, de Cesar Netto C, Shafiq B, Orapin J, Thawait GK, Shon LC, Demehri S. Cone-beam CT measurements of distal tibio-fibular syndesmosis in asymptomatic uninjured ankles: does weight-bearing matter? *Skeletal Radiol.* 2019 Apr;48(4):583-94.
15. Godoy-Santos AL, De Cesar Netto C; Weight-Bearing Ct International Study Group. Weight-bearing computed tomography of the foot and ankle: an update and future directions. *Acta Ortop Bras.* 2018 Mar-Apr;26(2):135-9.
16. Sachse H. Beobachtung eines Beinbruchs in Mutterleibe. *Journal der Praktischen Arzneykunde und Wundarzneykunt.* 1800;11:107.
17. Cotton FJ, Chute AL. Congenital Defect of the Fibula. *Boston Med Surg J.* 1898;139(9):210-4.
18. Coventry MB, Johnson EWJ. Congenital absence of the fibula. *J Bone Joint Surg Am.* 1952;34 A(4):941-55.
19. Pappas AM, Hanawalt BJ, Anderson M. Congenital defects of the fibula. *Orthop Clin North Am.* 1972;3(1):187-99.
20. Hootnick DR, Levinsohn EM, Randall PA, Packard DSJ. Vascular dysgenesis associated with skeletal dysplasia of the lower limb. *J Bone Joint Surg Am.* 1980;62(7):1123-9.
21. Graham JMJ. Limb anomalies as a consequence of spatially-restricting uterine environments. *Prog Clin Biol Res.* 1983;110 Pt A:413-22.
22. Fordham L, Applegate K, Wilkes D, Chung C. Fibular Hemimelia: More Than Just An Absent Bone. *Semin Musculoskelet Radiol.* 1999;3(03):227-37.
23. Shapiro F. Developmental patterns in lower-extremity length discrepancies. *J Bone Joint Surg Am.* 1982;64(5):639-51.
24. Paley D, Bhav A, Herzenberg JE, Bowen JR. Multiplier method for predicting limb-length discrepancy. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82(10):1432-46.
25. Gabos PG, Rassi GE, Pahys J. Knee Reconstruction in Syndromes With Congenital Absence of the Anterior Cruciate Ligament. *J Pediatr Orthop.* 2005;25(2):210-4.
26. Stanitski DF, Stanitski CL. Fibular Hemimelia: A New Classification System: *J Pediatr Orthop.* 2003;23(1):30-4.
27. Carrara C, Caravaggi P, Belvedere C, Leardini A. Radiographic angular measurements of the foot and ankle in weight-bearing: A literature review. *Foot Ankle Surg.* 2020;26(5):509-17.
28. Krähenbühl N, Weinberg MW, Davidson NP, et al. Currently used imaging options cannot accurately predict subtalar joint instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(9):2818-30.

29. Burssens A, Peeters J, Buedts K, Victor J, Vandeputte G. Measuring hindfoot alignment in weight bearing CT: A novel clinical relevant measurement method. *Foot Ankle Surg.* 2016;22(4):233-8.
30. Lôbo CFT, Bordalo-Rodrigues M; Weight-Bearing Computed Tomography International Study Group. Weight-bearing cone beam ct scans and its uses in ankle, foot, and knee: an update article. *Acta Ortop Bras.* 2021 Mar-Apr;29(2):105-10.
31. Geng X, Wang C, Ma X, Wang X, Huang J, Zhang C, Xu J, Yang J. 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 Sep 15;10:140.
32. Kido M, Ikoma K, Imai K, Maki M, Takatori R, Tokunaga D, Inoue N, Kubo T. Load response of the tarsal bones in patients with flatfoot deformity: in vivo 3D study. *Foot Ankle Int.* 2011 Nov;32(11):1017-22.
33. Carrino JA, Al Muhit A, Zbijewski W, Thawait GK, Stayman JW, Packard N, Senn R, Yang D, Foos DH, Yorkston J, Siewerdsen JH. Dedicated cone-beam CT system for extremity imaging. *Radiology.* 2014 Mar;270(3):816-24.
34. Richter M, Zech S, Hahn S. PedCAT for Radiographic 3D-Imaging in standing position. *Fuß & Sprunggelenk.* 2-15;13(2):85-102.
35. Welck MJ, Myerson MS. The value of Weight-Bearing CT scan in the evaluation of subtalar distraction bone block arthrodesis: Case report. *Foot Ankle Surg.* 2015;21(4):e55-e59.
36. Kim JB, Yi Y, Kim JY, Cho JH, Kwon MS, Choi SH, Lee WC. Weight-bearing computed tomography findings in varus ankle osteoarthritis: abnormal internal rotation of the talus in the axial plane. *Skeletal Radiol.* 2017 Aug;46(8):1071-80.
37. De Cesar Netto C. Flexible Adult-Acquired Flatfoot Deformity: Comparison Between Weight Bearing and Non-weight Bearing Measurements Using Cone Beam Computed Tomography. In: Richeter M, Lintz F, de Cesar Netto C, Barg A, Burssens A, Ellis S. *Weight Bearing Cone Beam Computed Tomography (WBCT) in the Foot and Ankle.* New York: Springer International Publishing; 2020.
38. Holbrook HS, Bowers AF, Mahmoud K, Kelly DM. Weight-Bearing Computed Tomography of the Foot and Ankle in the Pediatric Population. *J Pediatr Orthop.* 2022;42(6):321-6.
39. Letts M, Vincent N. Congenital longitudinal deficiency of the fibula (fibular hemimelia). Parental refusal of amputation. *Clin Orthop.* 1993;(287):160-6.
40. Cheng JC, Cheung KW, Ng BK. Severe progressive deformities after limb lengthening in type-II fibular hemimelia. *J Bone Joint Surg Br.* 1998;80(5):772-6.
41. McCarthy JJ, Glancy GL, Chnag FM, Eilert RE. Fibular hemimelia: comparison of outcome measurments after amputation and lengthening. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82(12):1732-5.

42. Miller LS, Bell DF. Management of congenital fibular deficiency by Ilizarov technique. *J Pediatr Orthop*. 1992;12(5):651-7.
43. Gibbons PJ, Bradish CF. Fibular hemimelia: a preliminary report on management of the severe abnormality. *J Pediatr Orthop B*. 1996 Winter;5(1):20-6.
44. Sabharwal S, Paley D, Bhave A, Herzenberg JE. Growth patterns after lengthening of congenitally short lower limbs in young children. *J Pediatr Orthop*. 2000;20(2):137-45.
45. Fleiss J. *The Design and Analysis of Clinical Experiments*. New Jersey: Wiley; 2011.
46. Kirkwood BR, Sterne JAC. *Essential Medical Statistics*. 2nd ed. New Jersey: Blackwell Science; 2003.

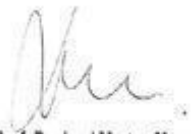
ANEXOS

Anexo A - Carta de aprovação da Comissão Científica DOT/FMUSP

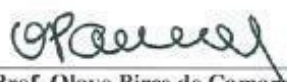
DEPARTAMENTO DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

COMISSÃO CIENTÍFICA**IDENTIFICAÇÃO****Protocolo IOT nº 1468 SGP: 16706****Pesquisadora Responsável:** Dra. Patricia Moreno Grangeiro**Pesquisador Executante:** Dr. Marcio Vieira Sanches Silva**Título:** O uso da tomografia computadorizada de feixe cônico com e sem carga na avaliação de deformidades do pé e tornozelo na hemimelia fibular.**Grau de Pesquisa:** Mestrado**PARA USO EXCLUSIVO DA COMISSÃO CIENTÍFICA****Parecer da Comissão Científica do IOT:**☒ Aprovado☐ Aprovado com restrições (corrigir e/ou completar)☐ Indeferido

São Paulo, 06 de novembro de 2020


Prof. Raphael Martus Marcon
Presidente
Comissão Científica - DOT**APROVAÇÃO DO DEPARTAMENTO**

São Paulo, 09 de Novembro de 2020


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

Anexo B - Carta de aprovação da Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa

508 16 706



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



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: O uso da tomografia computadorizada de feixe cônico com e sem carga na avaliação de deformidades do pé e tornozelo na hemimelia fibular

Pesquisador: Patricia Moreno Grangeiro

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 39992720.0.0000.0068

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

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.488.276

Apresentação do Projeto:

Título: O uso da tomografia computadorizada de feixe cônico com e sem carga na avaliação de deformidades do pé e tornozelo na hemimelia fibular

Pesquisador Responsável: Patricia Moreno Grangeiro

CAAE: 39992720.0.0000.0068

Estudo transversal com um total de 10 pacientes deambuladores com diagnóstico de hemimelia fibular do ambulatório do Grupo de Ortopedia Pediátrica do IOT-HC-FMUSP e que tenham realizado tomografia computadorizada de feixe cônico com carga e sem carga. Para o Grupo controle recrutaremos 10 pacientes, sem diagnóstico de hemimelia fibular e sem alterações nos pés e tornozelos, com indicação para realização de exames de tomografia de membros inferiores por outros motivos.

Hipótese:

A tomografia de feixe cônico com carga gera informações mais precisas e reproduzíveis que a tomografia convencional, auxiliando na indicação cirúrgica

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar

Bairro: Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010

UF: SP **Município:** SÃO PAULO

Telefone: (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappesq.adm@hc.fm.usp.br



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



Continuação de Parecer: 4.488/2012

O objetivo deste estudo é avaliar se o uso da tomografia computadorizada de feixe cônico com carga permite melhor estudo das relações entre os ossos do pé e do tornozelo nas deformidades relacionadas à hemimelia fibular, fornecendo informações adicionais e auxiliando no planejamento cirúrgico.

Objetivo Secundário:

Avaliar as alterações das relações osteoarticulares dos ossos do tornozelo e pé em pacientes com hemimelia fibular utilizando a tomografia computadorizada de feixe cônico com carga e sem carga. Avaliar a confiabilidade intra-observador e inter-observador dos parâmetros avaliados na tomografia computadorizada de feixe cônico com carga em pacientes com diagnóstico de hemimelia fibular.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

O estudo em questão apresenta riscos semelhantes ao uso da radiografia convencional usada rotineiramente na avaliação desses pacientes. A tomografia computadorizada é um exame padronizado há muitos anos e esse tipo de exame com feixe cônico apresenta uma carga de radiação semelhante a uma radiografia comum em 3 incidências. Os pacientes que apresentarem alguma contraindicação da realização do exame, serão excluídos na fase inicial.

Benefícios:

Possibilidade de surgir um novo método para análise das deformidades da hemimelia fibular, auxiliando no planejamento cirúrgico.

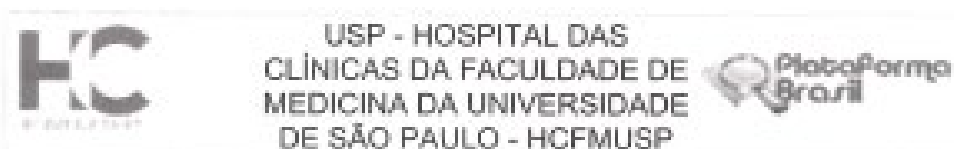
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto desenhado de forma adequada, sendo estudo piloto para uso da tomografia com carga para estudo do pé e tornozelo em pacientes com hemimelia fibular.

Apresenta TCLE. TALE de 5 a 10 anos e TALE de 11 a 17 anos, todos com linguagem adequada e seguindo os preceitos da res. 468/2012.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:
adequados.

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 325 5º andar
Bairro: Cerqueira César CEP: 05.403-010
UF: SP Município: SÃO PAULO
Telefone: (11) 2661-7565 Fax: (11) 2661-7585 E-mail: cspesquads@hc.fm.usp.br



Continuação do Parecer: 4.489.276

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

aprovár.

Considerações Finais a critério do CEP:

Em conformidade com a Resolução CNS nº 468/12 – 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	PS_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1652070.pdf	09/11/2020 12:42:40		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_ASSENTIMENTO_WBCT_PTC_TALE_11a17_anos.docx	09/11/2020 12:41:47	Patrícia Moreno Grangelo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_ASSENTIMENTO_WBCT_PTC_TALE_5a10anos.docx	09/11/2020 12:41:25	Patrícia Moreno Grangelo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_WBCT_PTC.docx	09/11/2020 12:41:17	Patrícia Moreno Grangelo	Aceito
Outros	Checklist_do_projeto.pdf	09/11/2020 12:40:59	Patrícia Moreno Grangelo	Aceito
Outros	Parecer_de_dados_digiais.pdf	09/11/2020 12:40:33	Patrícia Moreno Grangelo	Aceito
Orçamento	Formulario_de_custo.pdf	09/11/2020 12:39:54	Patrícia Moreno Grangelo	Aceito
Dedicação de Pesquisadores	declaracao_de_co_autor.pdf	09/11/2020 12:39:34	Patrícia Moreno Grangelo	Aceito
Dedicação de concordância	declaracao_de_compromisso_do_mestrado.pdf	09/11/2020 12:39:11	Patrícia Moreno Grangelo	Aceito
Dedicação de Pesquisadores	CARTAS_DE_ANUENCIAS.pdf	09/11/2020 12:38:56	Patrícia Moreno Grangelo	Aceito

Endereço: Rua Cúcuta Pires de Campos, 335 1º andar

Bairro: Cerqueira César

CEP: 05409-010

UF: SP

Município: SÃO PAULO

Telefone: (11)2061-7565

Fax: (11)2061-7565

E-mail: cecilia.atala@hc-fm.usp.br



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



Continuação do Parecer: 4.488.276

Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	09/11/2020 12:38:08	Patricia Moreno Grangeiro	Acelo
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DETALHADO_HEMIMELIA_3.docx	09/11/2020 12:37:53	Patricia Moreno Grangeiro	Acelo
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO_SGP_16076.pdf	09/11/2020 12:37:18	Patricia Moreno Grangeiro	Acelo

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SÃO PAULO, 04 de Janeiro de 2021

Assinado por:
Joel Faintuch
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225-3º andar
Bairro: Cerqueira César CEP: 05403-010
UF: SP Município: SÃO PAULO
Telefone: (11)2661-7565 Fax: (11)2661-7565 E-mail: cappelencia@hc.fm.usp.br

Anexo C - Termo Consentimento Livre e 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: Avaliação de paciente hemimelia fibular utilizando a tomografia computadorizada de feixe cônico com carga e sem carga: comparação angular de pé e tornozelo

Pesquisador Executante: Dr Marcio Vieira Sanches Silva

Pesquisador Responsável: Dra. Patricia Moreno Grangeiro

TELEFONE: (11) 2661-7882

NOME DA INSTITUIÇÃO: Instituto de Ortopedia e Traumatologia - HCFMUSP

1. INTRODUÇÃO

Estamos convidando seu(sua) filho(a) a participar de um **estudo de pesquisa** estudo sobre a avaliação

Da hemimelia fibular através da realização de uma tomografia computadorizada de feixe cônico com carga. Caso você decida não autorizar essa participação, ainda assim cuidaremos dele/dela da melhor forma possível e da mesma forma de quem aceitar participar do estudo. Se você decidir autorizar essa participação, poderá mudar de opinião a qualquer momento durante o estudo e seu filho(a) será retirado da pesquisa. Use o tempo que quiser para tomar sua decisão. Faça todas as perguntas que desejar. Você também poderá fazer outras perguntas após permitir que seu filho(a) participe. Você poderá fazer perguntas a qualquer momento.

2. POR QUE ESTAMOS DESENVOLVENDO ESSA PESQUISA?

Estamos fazendo este estudo para podermos melhorar o cuidado das crianças e adolescentes com diagnóstico de hemimelia fibular. Gostaríamos de saber como a tomografia de feixe cônico com carga pode nos auxiliar a avaliar o resultado do tratamento. Seu filho irá ser submetido ao exame de tomografia computadorizada de feixe cônico com carga e sem carga em uma etapa, apenas.

Estamos solicitando a participação de seu filho(a) e de outros adolescentes porque eles estão numa faixa etária muito relevante para avaliar a doença que ele tem e suas implicações.

3. QUEM É O ENCARREGADO DA PESQUISA?

A Dra. Patricia Moreno Grangeiro, do Grupo de Ortopedia Pediátrica do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do HCFMUSP é a pesquisadora responsável pela execução desse estudo. O Dr. Marcio Vieira Sanches Silva é o pesquisador executante deste estudo.

4. O QUE VAI ACONTECER NO ESTUDO?

Seu filho(a) está sendo convidado(a) a participar de um estudo para podermos melhorar o cuidado das crianças e adolescentes com diagnóstico de hemimelia fibular. Caso aceite participar do estudo, a sua criança será submetida o mesmo tratamento que já havíamos programado para o seu problema. Durante o exame ela terá que ficar em pé durante 40 segundos até que a máquina complete a aquisição das imagens da perna e do pé da sua criança. Após isso vocês serão dispensados e poderão voltar para casa normalmente. Nós avaliaremos as imagens e os dados e realizaremos a conclusão do trabalho. Utilizaremos os valores encontrados na avaliação física da sua criança, assim como os dados

obtidos por meio da avaliação dos exames de imagem. Além disso, faremos também perguntas sobre seus dados sociodemográficos.

5. POSSÍVEIS RISCOS E BENEFÍCIOS PARA A PARTICIPAÇÃO DA PESQUISA EM BASE DE DADOS

O estudo em si requer a notificação dos exames e tratamento realizados na sua criança. Como dito anteriormente, o tratamento que ela vai passar independe do estudo.

Riscos Físicos: Não há riscos físicos diretos para os pacientes como resultado da participação no estudo. Estudos tomográficos serão realizados, porém substituirão os estudos radiográficos já previstos durante o tratamento de pacientes com hemimelia fibular. Seu filho não será exposto a dose adicionais de radiação. A tomografia computadorizada é um exame padronizado há muitos anos e esse tipo de exame com feixe cônico apresenta uma carga de radiação semelhante a uma radiografia comum em 3 incidências. O Departamento de Radiologia seguirá os protocolos de blindagem padrão durante cada exame tomográfico. Os pacientes serão expostos aos riscos inerentes às práticas clínicas usuais dos médicos.

Riscos de privacidade: Existe um risco de violação da privacidade dos participantes da pesquisa encontrado em cada visita do participante da pesquisa e entrada de dados, mas serão tomadas medidas para atenuar esse risco. Nenhuma informação de estudo que não seja a documentação de consentimento será armazenada no site em formato eletrônico ou impresso.

Precauções Especiais: Os dados do paciente serão coletados e analisados e serão tratados com padrões profissionais. O paciente será identificado por meio de um código, para evitar associação entre os seus dados e a sua identificação.

Não haverá nenhum benefício direto para você, durante o tempo de realização desta pesquisa, mas as informações obtidas sobre os resultados do banco de dados dos pacientes poderão beneficiar futuros pacientes que tenham esta doença. Novas informações podem levar a melhorias nos cuidados médicos e tratamentos. O benefício para a Universidade e para os investigadores é na forma de reconhecimento público e conhecimento adquirido.

Sua participação não implica em “Risco da pesquisa - possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano, em qualquer pesquisa e dela decorrente” (Resolução CNS 466/2012, item II.22 e III.2). Essa decisão em participar da pesquisa é sua, com o seu filho(a), e não aceitar fazer parte dela não irá alterar o seu tratamento no nosso ambulatório, portanto fique tranquilo se sua resposta for não.

6. CONFIDENCIALIDADE DESSA PESQUISA?

Apenas a equipe do estudo e a equipe assistencial terão acesso aos seus dados. Seu anonimato é garantido e possíveis publicações científicas resultantes deste estudo não o (a) identificarão em nenhuma circunstância como participante. Os dados obtidos serão tratados sob estritas condições de confidencialidade de acordo com o especificado na Resolução CNS/MS 466/12.

7. QUAIS SÃO AS OUTRAS ESCOLHAS?

Sua decisão de não participar ou de retirar seu filho(a) do estudo não implicará em qualquer penalidade ou perda dos benefícios aos quais você e seu filho(a) têm direito, e não afetará o acesso de seu filho(a) aos cuidados de saúde no Instituto da Criança.

Se você decidir retirar seu filho(a) do estudo, solicitamos entrar em contato com a equipe da Dra Patricia Moreno Grangeiro e informar sua decisão por ESCRITO E ASSINADA, podendo dar-se a qualquer tempo, sem prejuízo ao participante da pesquisa, com validade a partir da data da comunicação da decisão (Resolução CNS nº 441 de 2011, item 10.I). O investigador também pode decidir pela retirada

de seu filho(a) do estudo caso determinarmos que, no melhor interesse dele(a), ele(a) deve ser retirado do estudo.

8. COMO AS INFORMAÇÕES SOBRE SEU FILHO (A) SERÃO MANTIDAS CONFIDENCIAIS?

Assegurar que as informações sobre seu filho(a) permaneçam confidenciais é importante para nós. Para proteger a privacidade de seu filho(a) neste estudo de pesquisa: seu filho(a) não será identificado pelo nome, endereço, telefone ou por quaisquer outros identificadores pessoais fora do do Instituto de Ortopedia e Traumatologia ou o Instituto da Criança do HCFMUSP.

9. E SE NOVAS INFORMAÇÕES FOREM OBTIDAS DURANTE A PESQUISA?

Você será informado pelo médico do estudo se forem obtidas quaisquer informações novas deste ou de outros estudos que possam afetar a saúde e a segurança de seu filho(a) ou sua disposição em permitir a permanência dele(a) no estudo.

10. A PARTICIPAÇÃO DE SEU FILHO (A) NO ESTUDO DE PESQUISA ENVOLVERÁ QUALQUER CUSTO EXTRA?

Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo medicação, exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Em caso de danos recorrentes da pesquisa, seu filho (a) tem direito a indenização.

11. QUEM DEVERÁ SER CONTATADO PARA PERGUNTAS OU PROBLEMAS?

Em qualquer etapa do estudo, o senhor (a) terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é a Dr. Patricia Moreno Grangeiro e o Dr. Marcio Vieira Sanches Silva que podem ser encontrados no endereço Rua Ovídio Pires de Campos, 333, telefone. Telefone 3081-7882, e-mail: patricia.moreno@hc.fm.usp.br ou marciosanches@hotmail.com.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com a Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa (CAPPesq) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: 2661-7585; 2661-1548; 2661-1549, de segunda a sexta feira das 7:00h às 16:00h. E-mail: cappesq.adm@hc.fm.usp.br

12. AUTORIZAÇÃO PARA USO/DIVULGAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE SAÚDE PARA PESQUISA

Para participar desse estudo de pesquisa você também deve dar permissão (ou autorização) para uso e divulgação (ou compartilhamento) das “informações de saúde protegidas” de seu filho(a) (denominadas ISP).

13. GARANTIA DE QUE O PARTICIPANTE RECEBERÁ UMA VIA DO TERMO DE CONSENTIMENTO

O pesquisador responsável ou pessoa por ele delegada fará uma explicação verbal sobre os propósitos e detalhes do estudo. O termo de consentimento informado será lido e todas as perguntas sobre objetivos do estudo, riscos, benefícios e confidencialidade serão respondidas. Se você concordar em participar, você precisará assinar o termo de consentimento livre e esclarecido. Uma cópia deste documento será anexada ao prontuário do participante da pesquisa e outra será entregue a você. Se, por qualquer razão, você não puder assinar o formulário de consentimento informado, você dará um consentimento verbal na presença de uma testemunha que assinará o termo de consentimento livre e esclarecido.

14. QUAIS INFORMAÇÕES DE SAÚDE PROTEGIDAS SERÃO USADAS E COMPARTILHADAS DURANTE ESTE ESTUDO?

O Instituto de Ortopedia e Traumatologia HCFMUSP precisará usar e compartilhar as Informações de Saúde Protegidas (ISPs) de seu filho(a) como parte do estudo. Esses dados serão fornecidos por:

- Registros clínicos do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do HCFMUSP de seu filho(a)
- Registros de pesquisa sobre seu filho(a)

Os tipos de informação a serem usados e compartilhados desses registros incluem:

- Resultados de testes de laboratório, diagnóstico e medicamentos
- Relatórios e notas de observações clínicas e de pesquisa
- O pessoal da equipe que trabalha no local do estudo de pesquisa
- Os membros do Comitê de Ética do Hospital das Clínicas

15. ESSA PERMISSÃO TEM PRAZO DE VALIDADE?

Sua permissão será válida até o final do estudo.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “**Avaliação de paciente com hemimelia fibular utilizando a tomografia computadorizada de feixe cônico com carga e sem carga: comparação angular de pé e tornozelo.**”

Eu discuti com a equipe da Dra Patricia Moreno Grangeiro, sobre a minha decisão em participar nesse estudo.

Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes.

Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário.

Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Nome do participante da pesquisa

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de dúvidas. O principal investigador é a Dra Patricia Moreno Grangeiro que pode ser encontrado no endereço Av. Dr. Ovídio Pires de Campos, 333 Telefone(s)(11) 2661 7882, e-mail: patricia.moreno@hc.fm.usp.br

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 “**Avaliação de paciente com hemimelia fibular utilizando a tomografia computadorizada de feixe cônico com carga e sem carga: comparação angular de pé e tornozelo.**”

Eu discuti as informações acima com a Pesquisadora Responsável (Dra Patricia Moreno Grangeiro) ou pessoa (s) por ele delegada (s) (.....) 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