

EDUARDO ARAUJO PIRES

Análise do alinhamento clínico e ósseo do retropé de pacientes com pés cavovaros flexíveis em posição ortostática e ao teste do bloco de Coleman através da tomografia computadorizada com carga (WBCT)

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

Programa: Ciências do Sistema musculoesquelético

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Leme Godoy dos Santos

(Versão corrigida. Resolução CoPGr nº6018, de 13 de outubro de 2011.
A versão original está disponível na Biblioteca FMUSP)

**SÃO PAULO
2023**

EDUARDO ARAUJO PIRES

Análise do alinhamento clínico e ósseo do retropé de pacientes com pés cavovaros flexíveis em posição ortostática e ao teste do bloco de Coleman através da tomografia computadorizada com carga (WBCT)

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

Programa: Ciências do Sistema musculoesquelético

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Leme Godoy dos Santos

(Versão corrigida. Resolução CoPGr nº6018, de 13 de outubro de 2011.
A versão original está disponível na Biblioteca FMUSP)

**SÃO PAULO
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

©reprodução autorizada pelo autor

Pires, Eduardo Araujo

Análise do alinhamento clínico e ósseo do retropé de pacientes com pés cavovaros flexíveis em posição ortostática e ao teste do bloco de Coleman através da tomografia computadorizada com carga (WBCT) / Eduardo Araujo Pires. -- São Paulo, 2023.

Dissertação (mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Programa de Ciências do Sistema Musculoesquelético.

Orientador: Alexandre Leme Godoy dos Santos.

Descritores: 1.Pé cavo 2.Exame físico
3.Tomografia 4.Ortopedia 5.Fenômenos biomecânicos
6.Procedimentos ortopédicos

USP/FM/DBD-308/23

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta dissertação está de acordo com as seguintes normas:

Referências: adaptado de International Committee of Medical Journal Editors (Vancouver).

Apresentação: Universidade de São Paulo / Sistema Integrado de Bibliotecas da USP. Elaborado por Vânia Martins Bueno de Oliveira Funaro, Maria Cláudia Pestana, Maria Cristina Cavarette Dziabas, Eliana Maria Garcia, Maria Fátima dos Santos, Maria Marta Nascimento, Suely Campos Cardoso. 3a ed. rev. ampl. mod. São Paulo: SIBi/USP, 2016.

Estrutura: Bossuyt PM, Reitsma JB, Bruns DE, Gatsonis CA, Glasziou PP, Irwig L, et al. STARD 2015: An Updated List of Essential Items for Reporting Diagnostic Accuracy Studies. *Radiology*. 2015;277(3):1-7.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos: List of Journals Indexed in Index Medicus, 1992.

Nomes das estruturas anatômicas baseados na Nomina Anatomica, 5a ed. Rio de Janeiro, 1998.

Vocabulário ortográfico da língua portuguesa, 5a edição, 2009, elaborado pela Academia Brasileira de Letras, em consonância com o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa, promulgado pelo decreto nº 6583/2008.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Carlos Eduardo Canato Pires e Maria Fernanda Lobo de Araujo Pires, pelo suporte e incansável dedicação em me dar valores éticos e morais.

Aos meus irmãos Fernando e Maria Flávia, que sempre estiveram perto de mim e me apoiaram.

À minha esposa Daniella, pelo apoio e companheirismo desde o início de minha carreira, sendo sempre compreensiva e permanecendo ao meu lado em minhas decisões. Te amo.

Aos meus filhos Arthur e Matheus, presentes de Deus à minha família, amores da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me guiar e me proteger.

Ao Prof. Dr. Alexandre Leme Godoy dos Santos, pela amizade, por acreditar em mim e me orientar nesta dissertação.

Ao Prof. Dr. Túlio Diniz, pelos ensinamentos e orientações.

Ao Dr. Sakaki, pela ajuda na metodologia e me apoiar em minhas decisões.

Ao Dr. Barban, por não medir esforços em me ajudar, estando sempre disponível.

Ao Dr. Fabio Fonseca, amigo para todas as horas, obrigado pelo apoio e força nos momentos que precisei.

Ao Dr. Carlos Lobo, amigo radiologista, grande entusiasta na WBCT. Obrigado pela ajuda nas mensurações e apoio.

LISTA DE ABREVIATURAS

FAOⁱ: Índice Tornozelo-Pé.

FFIⁱⁱ: Escore de Função do Pé.

GRFCOⁱⁱⁱ: Índice de Força de Reação do Solo ao Calcâneo.

HAA^{iv}: Ângulo de alinhamento do retopé.

ICC^v: Coeficiente de Correlação Intraclasse.

STCA^{vi}: Ângulo talocalcâneo com carga.

SVA^{vii}: Ângulo vertical da subtalar.

TCA^{viii}: Ângulo talocalcâneo.

WBCT^{ix}: Tomografia computadorizada com carga.

WBCT-CHAA^x: Ângulo clínico de alinhamento do retopé pela tomografia computadorizada com carga.

ⁱ Foot Ankle Offset (FAO) – Tradução: Índice Tornozelo-Pé.

ⁱⁱ Foot Function Index (FFI) – Tradução: Escore de Função do Pé.

ⁱⁱⁱ Ground Reaction Force Calcaneal Offset (GRFCO) – Tradução: Índice de Força de Reação do Solo ao Calcâneo.

^{iv} Hindfoot Alignment Angle – Tradução: Ângulo de alinhamento do retopé.

^v Intraclass Correlation Coefficient – Tradução: Coeficiente de Correlação Intraclasse.

^{vi} Standing Talocalcaneal Angle – Tradução: Ângulo talocalcâneo com carga.

^{vii} Subtalar Vertical Angle – Tradução: Ângulo vertical da subtalar.

^{viii} Talocalcaneal Angle – Tradução: Ângulo talocalcâneo.

^{ix} Weightbearing Computed Tomography – Tradução: Tomografia computadorizada com carga.

^x Weightbearing Computed Tomography - Clinical Hindfoot Alignment Angle – Tradução: Ângulo clínico de alinhamento do retopé através da tomografia computadorizada com carga.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DADOS EPIMEDIOLÓGICOS DOS GRUPOS.....	54
TABELA 2 - COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO INTRACLASSE INTRAOBSERVADOR 1 E 2 (ICC).....	54
TABELA 3 - COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO INTRACLASSE INTEROBSERVADOR (ICC).	55
TABELA 4 - MÉDIAS DAS AVALIAÇÕES CLÍNICAS E TOMOGRÁFICAS DO GRUPO CONTROLE EM POSIÇÃO ORTOSTÁTICA E GRUPO CASO EM POSIÇÃO ORTOSTÁTICA E REALIZANDO O TESTE DO BLOCO DE COLEMAN.....	55
TABELA 5 - DIFERENÇA MÉDIA DAS MENSURAÇÕES TOMOGRÁFICAS DO ALINHAMENTO DO RETROPÉ DO GRUPO CASO EM POSIÇÃO ORTOSTÁTICA E REALIZANDO O TESTE DO BLOCO DE COLEMAN	55
TABELA 6 - DIFERENÇA MÉDIA DAS MENSURAÇÕES TOMOGRÁFICAS DO GRUPO CONTROLE EM POSIÇÃO ORTOSTÁTICA E DO GRUPO CASO REALIZANDO O TESTE DO BLOCO DE COLEMAN	55

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ÂNGULO TIBIOCALCÂNEO COM CARGA (STCA)..... 29

FIGURA 2 - MÉTODO DE MENSURAÇÃO DE SALTZMAN..... 31

FIGURA 3 - “ÍNDICE DE FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO AO CALCÂNEO (GRFCO)”..... 34

FIGURA 4 - IMAGEM FOTOGRÁFICA DO PACIENTE REALIZANDO TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA COM CARGA (WBCT) 35

FIGURA 5 - SOFTWARE TALAS 48

LISTA DE PAINÉIS

PAINEL 1 - INCIDÊNCIA RADIOGRÁFICA AXIAL PERNA PÉ	30
PAINEL 2 - INCIDÊNCIA RADIOGRÁFICA DE COBEY	31
PAINEL 3 - MÉTODO DE MENSURAÇÃO DE JHONSON.....	32
PAINEL 4 - ILUSTRAÇÃO ÍNDICE TORNOZELO-PÉ (FAO).....	37
PAINEL 5 - EXEMPLO DE POSICIONAMENTO DO GRUPO CASOS NA WBCT.....	44
PAINEL 6 - PADRONIZAÇÃO DO PLANO SAGITAL PELO EIXO LONGO DO DOMUS TALAR .	45
PAINEL 7 - ÂNGULO CLÍNICO DE ALINHAMENTO DO RETROPÉ PELA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA COM CARGA (WBCT-CHAA)	47
PAINEL 8 - ÂNGULOS DE ALINHAMENTO ÓSSEO DO RETROPÉ MANUAIS MENSURADOS	49
PAINEL 9 - EXEMPLO DE HAA DE PACIENTE DO GRUPO CASO	58
PAINEL 10 - EIXO SAGITAL DE PÉ CAVOVARO EM POSIÇÃO ORTOSTÁTICA E REALIZANDO O TESTE DO BLOCO DE COLEMAN.....	59
PAINEL 11 - EXEMPLO DE SVA DE PACIENTE DO GRUPO CASO.....	61

RESUMO

PIRES EA. Análise do alinhamento clínico e ósseo do retropé de pacientes com pés cavovaros flexíveis em posição ortostática e ao teste do bloco de Coleman através da tomografia computadorizada com carga (WBCT) [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina; 2023.

Introdução: O teste do bloco de Coleman, descrito em 1977, é aceito mundialmente para avaliação da flexibilidade do retropé de pés cavovaros. A literatura mostra que o teste auxilia na decisão do planejamento cirúrgico para correção da deformidade. O objetivo deste trabalho é analisar o alinhamento do retropé de pacientes com pés cavovaros flexíveis em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman por meio da tomografia computadorizada com carga (WBCT). **Métodos:** Vinte pacientes (40 pés) com pés cavovaros flexíveis (Grupo Caso) e 20 indivíduos (40 pés) com pés normais (Grupo Controle) foram submetidos à tomografia computadorizada com carga (WBCT) para avaliação do alinhamento clínico e ósseo do retropé. O Grupo Caso realizou a WBCT em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman e o Grupo Controle realizou o exame apenas em posição ortostática. Foram avaliadas as medidas tomográficas do alinhamento do retropé: ângulo clínico de alinhamento do retropé (WBCT-CHAA), índice tornozelo-pé (FAO), ângulo de alinhamento do retropé (HAA), ângulo talocalcâneo (TCA) e ângulo vertical da subtalar (SVA). **Resultados:** A correlação intraclasse intraobservador média variou de 0,96 a 0,99 e a interobservador variou de 0,61 a 0,98. As médias do FAO observadas no Grupo Controle e Caso foram 2,8% (2,5 – 3,2) e -3,2% (-3,5 - -2,9) ($p < 0,05$), respectivamente. O WBCT-CHAA médio do Grupo Controle foi 5,6°, do Grupo Caso em posição ortostática foi -5° e do Grupo Caso realizando o teste do Coleman 4,7° ($p < 0,05$). Quando comparado apenas o Grupo Caso em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman, a diferença média das medidas observadas HAA, TCA e SVA foram de 0,2°, -0,7° e -0,3°, respectivamente, sem diferença estatística significativa. **Conclusão:** Concluímos que na amostra estudada de pacientes com pés cavovaros flexíveis submetidos ao teste do bloco de Coleman houve diferença média de 9,7° no alinhamento clínico do retropé ($p < 0,05$), mas não houve diferença estatisticamente significativa do alinhamento ósseo do retropé quando avaliado de maneira isolada.

Descritores: 1. Pé cavo, 2. Exame físico, 3. Tomografia, 4. Ortopedia, 5. Fenômenos biomecânicos, 6. Procedimentos ortopédicos.

ABSTRACT

PIRES EA. Analysis of the clinical and bone alignment of the hindfoot of patients with flexible cavovarus feet in an orthostatic position and Coleman's block test using weightbearing computed tomography (WBCT) [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina; 2023.

Introduction: Coleman's block test, described in 1977, is accepted worldwide to assess the flexibility of the hindfoot in cavovarus feet. The literature shows that the test helps decide the surgical planning to correct the deformity. The objective of this paper is to analyze the alignment of the hindfoot of patients with flexible cavovarus feet in an orthostatic position and Coleman's block test using weight-bearing computed tomography (WBCT). **Methods:** Twenty patients (40 feet) with flexible cavovarus feet (Case Group) and 20 patients (40 feet) with normal feet (Control Group) underwent weight-bearing computed tomography (WBCT) to assess the clinical and bone alignment of the hindfoot. The Case Group performed the WBCT in an orthostatic position and Coleman's block test, and the Control Group performed the exam only in the standing position. Tomographic measurements of hindfoot alignment were evaluated: clinical hindfoot alignment angle (WBCT-CHAA), foot ankle offset (FAO), hindfoot alignment angle (HAA), talocalcaneal angle (TCA) and subtalar vertical angle (SVA). **Results:** The mean intraobserver intraclass correlation coefficient ranged from 0.96 to 0.99 and the interobserver correlation ranged from 0.61 to 0.98. The mean FAO observed in the Control and Case Groups were 2.8% (2.5 – 3.2) and -3.2% (-3.5 - - 2.9) ($p < 0.05$), respectively. The mean WBCT-CHAA for the Control Group was 5.6°, for the Case Group in the standing position it was -5° and for the Case Group at the Coleman test it was 4.7° ($p < 0.05$). When comparing only the Case Group in the orthostatic position and Coleman's block test, the average difference in the observed measures from HAA, ACT and SVA were 0.2°, -0.7° and -0.3°, respectively, with no statistically significant difference. **Conclusion:** We concluded that in the studied sample of patients with flexible cavovarus feet submitted to Coleman's block test there was a mean difference of 9.7° in the clinical alignment of the hindfoot ($p < 0.05$), but there was no statistically significant difference in the bone alignment of the hindfoot when evaluated in isolation.

Descriptors: 1. Talipes Cavus, 2. Physical Examination, 3. Tomography, 4. Orthopedics, 5. Biomechanical Phenomena, 6. Orthopedic Procedures.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	19
2.1	Objetivo principal.....	19
2.2	Objetivo secundário	19
3	REVISÃO DA LITERATURA	21
3.1	Pé cavovaro	21
3.1.1	<i>Exame físico</i>	23
3.2	O teste do bloco de Coleman.....	24
3.2.1	<i>Tratamento conservador</i>	26
3.2.2	<i>Tratamento cirúrgico</i>	26
3.3	Avaliação clínica do alinhamento retropé.....	28
3.4	Avaliação radiográfica do alinhamento do retropé	29
3.5	Tomografia computadorizada com carga (WBCT)	34
4	MÉTODOS	41
4.1	Desenho do estudo	41
4.2	Local, aprovação na comissão de ética em pesquisa e termo de consentimento.....	41
4.4	População estudada	42
4.5	Critérios de seleção	42
4.5.1	<i>Critérios de inclusão</i>	42
4.5.2	<i>Critérios de não inclusão</i>	42
4.5.3	<i>Critérios de exclusão</i>	42
4.6	Amostra selecionada.....	43
4.7	Descrição do exame de tomografia computadorizada	43
4.8	Padronização do plano sagital do retropé pelo eixo longo do domus talar	45
4.9	Mensurações.....	46
4.9.1	<i>Ângulo de alinhamento clínico do retropé pela tomografia computadorizada com carga (WBCT-CHAA)</i>	46
4.9.2	<i>Índice tornozelo-pé (FAO)</i>	47
4.9.3	<i>Ângulo de alinhamento do retropé (HAA)</i>	48
4.9.4	<i>Ângulo talocalcâneo (TCA)</i>	48
4.9.5	<i>Ângulo vertical da subtalar (SVA)</i>	49

4.10 Cálculo da amostra	50
4.11 Desfechos	51
4.11.1 Confiabilidade intra e interobservador	51
4.11.2 Análise do alinhamento clínico e ósseo do retopé do Grupo Caso (Desfecho primário)	51
4.11.3 Análise do alinhamento clínico e ósseo do retopé do Grupo Caso com o Grupo Controle (Desfecho secundário)	51
4.12 Método estatístico	51
4.13 Financiamento.....	52
5 RESULTADOS.....	54
6 DISCUSSÃO	57
7 CONCLUSÃO	65
REFERÊNCIAS.....	67
ANEXOS	74
Anexo 1.....	74
Anexo 2.....	75
Anexo 3.....	80

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

O pé cavovaro é caracterizado pelo aumento do arco longitudinal medial, equino do antepé e deformidade em varo do retropé quando em posição ortostática. Suas causas etiológicas podem ser classificadas em neuromuscular, doenças congênitas, pós-traumáticas ou idiopáticas. Apresenta prevalência estimada entre 8 a 14% na população norte americana¹.

A deformidade pode ser classificada em guiada pelo antepé, pelo retropé ou mista. A patofisiologia mais aceita do pé cavovaro guiado pelo antepé aponta o desequilíbrio muscular do pé e tornozelo como o responsável pela deformidade. Uma força predominante dos músculos fibular longo e tibial posterior, em relação aos músculos fibular curto e tibial anterior, é a característica mais típica observada nesses pés. Resultante a esse desequilíbrio muscular, há uma hiperflexão do primeiro raio. Para acomodar essa deformidade do antepé, o retropé desvia-se em varo².

No exame físico do pé cavovaro é observado o aumento do arco longitudinal medial, desvio em varo do retropé e adução do antepé, quando em posição ortostática. Além disso, com o paciente em posição ortostática de frente, é possível observar o contorno medial do calcâneo, sinal característico da deformidade do pé cavovaro denominado *peek-a-boo*³⁻⁵. A avaliação da flexibilidade do retropé no pé cavovaro é necessária pois auxilia no planejamento terapêutico desses pés. Mundialmente aceito, o teste do bloco de Coleman, descrito em 1977 por **Coleman e Chesnut**⁶, avalia a flexibilidade do retropé de pés cavovaros. O teste utiliza blocos de madeira e, em posição ortostática, o paciente apoia a borda lateral do pé e o calcâneo sobre o bloco, permitindo assim retirar a carga do primeiro raio. Nesse momento, é observado como o retropé comporta-se de maneira livre, ou seja, sem a influência da hiperflexão do primeiro raio. Quando observada a correção do retropé para posição neutra, o teste é considerado positivo e o pé cavovaro é denominado flexível^{2,5,6}.

O tratamento conservador baseia-se no uso de palmilhas e adequação dos calçados^{7,8}. Quando indicado o tratamento cirúrgico, a literatura considera seu planejamento de acordo com a flexibilidade do retropé, preconizando as osteotomias ósseas e transferências tendíneas nas deformidades consideradas flexíveis e as artrodeses nas rígidas⁹. A decisão do tratamento não cirúrgico e cirúrgico é baseado no grau e na flexibilidade da deformidade. Na opção cirúrgica, a avaliação precisa da flexibilidade do retropé é fundamental para o planejamento da correção da deformidade, e assim evitar resultados clínicos insatisfatórios. Dessa forma, torna-se necessária a comparação da correção clínica observada no teste de Coleman com parâmetros radiológicos precisos^{10,11}.

Para avaliação radiológica, a posição ortostática é fundamental. A radiografia com carga é atualmente o método mais utilizado na avaliação radiológica do pé e tornozelo, pelo baixo custo e simplicidade. No entanto, uma radiografia gera imagens bidimensionais, sendo considerada um exame examinador dependente. Conseqüentemente a esses fatores, a sobreposição óssea observada nas radiografias dificulta o encontro de pontos ósseos de referência, além de deixar as mensurações vulneráveis a erros de posicionamento e de técnica radiográfica no momento de sua realização¹².

A emergente tecnologia da tomografia computadorizada com carga (WBCT) é capaz de gerar imagens com cortes submilimétricos e tridimensionais, permitindo mensurações antes inimagináveis, tais como sutis subluxações da faceta média da articulação subtalar em pacientes com pés planos, além de permitir manipular e redefinir os eixos das imagens tomográficas mesmo após sua aquisição^{12,13}.

Nossa hipótese é que a correção do alinhamento clínico do retropé dos pés cavovaros flexíveis submetidos ao teste do bloco de Coleman é superestimada em relação à correção do alinhamento ósseo.

2 OBJETIVOS

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo principal

Analisar parâmetros do alinhamento clínico e ósseo do retropé de pacientes com pés cavovaros flexíveis em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman pelo método da tomografia computadorizada com carga (WBCT).

2.2 Objetivo secundário

Analisar parâmetros do alinhamento clínico e ósseo do retropé em pacientes com pés normais e com pés cavovaros flexíveis pelo método da tomografia computadorizada com carga (WBCT).

Analisar a confiabilidade intra e interobservador dentro as mensurações realizadas.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Pé cavovaro

Ledoux et al.¹⁴, em 2003, realizam a primeira descrição na literatura sobre a deformidade pé cavo. Os autores destacam que a deformidade é caracterizada pela elevação do arco plantar.

Aminian e Sangeorzan¹⁵, em 2008, realizam um estudo anatômico do pé cavo. Definem a deformidade pela presença de angulação em varo do retropé, elevação do *pitch* do calcâneo, elevação da altura do navicular ao solo no mediopé (cavo) e presença de adução e flexão plantar do antepé.

Zide e Myerson¹⁰, em 2013, definem o pé cavo como uma deformidade gerada por um desequilíbrio muscular. Dessa forma, o pé cavovaro apresenta como características principais o retropé varo associado à pronação e plantar flexão da coluna medial.

Qin et al.¹⁶, em 2022, definem o pé cavo como uma deformidade complexa composta pela elevação anormal do arco plantar, retropé varo, aumento do *pitch* do calcâneo, médio pé elevado, antepé aduto, dedos em garra e equino.

Para avaliação da prevalência da deformidade em pé cavovaro, **Welton**¹⁷, em 1992, avalia a pisada de 240 pés e observa uma prevalência de 8,3% de pés cavos em sua amostra. **Walker et al.**¹⁸, em 1998, ao avaliarem a relação entre o padrão de pressão plantar com o formato do pé, observam prevalência de 14,8% de pés com aumento do arco longitudinal em sua amostra.

A classificação etiológica do pé cavovaro foi descrita pela primeira vez por **Brewerton et al.**¹⁹, em 1963. Os autores classificam os pés cavovaros em duas etiologias – neurológica e idiopática. Para isso avaliam 77 pacientes com pés cavovaros, dentre os quais 66 apresentavam desordens neurológicas. Os autores concluem que a principal etiologia são as de origem neurológica. Por

outro lado, **Helliwell et al.**²⁰, em 1995, avaliam 17 pacientes com diagnóstico clínico e radiográfico de pé cavo secundário à hiperflexão do primeiro metatarso (deformidade guiada pelo antepé). Realizam investigação eletrofisiológica, incluindo o teste de condução do nervo tibial, plantar medial e fibular comum, eletroneuromiografia com agulha de eletrodo concêntrico, ressonância magnética do tornozelo e biópsias musculares. Concluem que em nove (52%) pacientes não foi possível chegar a um diagnóstico etiológico, denominando-os como idiopáticos.

Krähenbühl e Weinberg², em 2019, publicam artigo de revisão sobre anatomia e biomecânica do pé cavovaro. Os autores classificam a deformidade conforme sua patofisiologia em: deformidades guiadas pelo antepé, deformidades guiadas pelo retropé e a mista. Para os autores, a deformidade guiada pelo antepé é resultante do desequilíbrio muscular observado nesses pés. Esse desequilíbrio faz com que o antepé prone em relação ao retropé e, conseqüentemente à deformidade presente no antepé, o retropé variza-se de maneira compensatória para acomodar a deformidade do antepé. Por outro lado, as deformidades guiadas pelo retropé são inerentes às lesões ósseas do retropé, normalmente geradas por lesões pós-traumáticas, tais como osteoartrose do tornozelo. Além disso, os autores relatam que os pés cavovaros são considerados mais rígidos biomecanicamente em relação aos pés normais. Isso ocorre porque, durante a marcha normal, na primeira fase de apoio, estabelecida pelo contato do calcâneo ao solo, o retropé encontra-se em posição neutra ou ligeiramente valgo. Nessa posição, a articulação da Chopart mantém-se em um estágio mais livre, colaborando para dissipação de energia e absorção do impacto na segunda fase de apoio da marcha, fase em que ocorre a acomodação de todo pé ao solo. A terceira fase da marcha inicia-se com o desprendimento do calcâneo do solo. Para tal, é observado a varização do calcâneo e conseqüente bloqueio da articulação de Chopart. Dentre os mecanismos responsáveis pela varização do calcâneo nessa última fase de apoio, o mais importante é o efeito molinete gerado pela fásia plantar. Esse bloqueio fornece rigidez suficiente ao pé para que o desprendimento do calcâneo ocorra de forma satisfatória. Baseado nesse conceito, a manutenção do varismo do retropé associada à elevação do arco plantar nas deformidades em pé cavovaro,

reduzem a capacidade de acomodação do pé durante o contato ao solo nas duas primeiras fases de apoio da marcha. Além disso, a redução da área de apoio plantar gerada pela supinação do pé é responsável pelas queixas de dor e calosidade na região plantar dos pés, observadas com frequência nos pacientes que possuem esta deformidade.

3.1.1 Exame físico

Jahss²¹, em 1983, relata que o exame físico do pé cavovaro deve ser direcionado para avaliação da etiologia da deformidade. O autor pontua que a avaliação neurológica e a avaliação das forças musculares são importantes para o entendimento da deformidade.

Beals e Manoli²², em 1996, publicam artigo descrevendo o sinal do *peek-a-boo*. Esse sinal é confirmado ao observar a região medial do calcâneo do paciente em posição ortostática de frente para o examinador. Os autores descrevem esse sinal para auxiliar na avaliação clínica do retropé varo, podendo ser utilizado quando há dúvida no diagnóstico de retropé varo.

Statler e Tullis²³, em 2005, descrevem que o exame físico deve ser direcionado para determinar a etiologia da deformidade e após para avaliar a flexibilidade do retropé. Dessa forma, o pé deve ser examinado com e sem carga, assim como deve ser observada a marcha do paciente. A anamnese não pode ser desprezada, pois complementa o exame e deve contemplar completa história familiar. Para os autores, após a avaliação da força muscular desses pés, a flexibilidade do retropé deve ser sempre avaliada através do teste do bloco de Coleman.

Manoli e Graham²⁴, em 2005, descrevem que o diagnóstico do pé cavovaro leve inicia-se observando o retropé. Para os autores, a deformidade em varo do retropé é necessária para o diagnóstico da deformidade do pé cavo. Após esse diagnóstico, o teste do bloco de Coleman deve ser realizado para avaliar a flexibilidade do retropé.

Abbasian et al²⁵, em 2013, avaliam critérios diagnósticos para pés cavovaros sutis e idiopáticos. Para os autores, o exame físico deve ser iniciado pela avaliação dos calçados, normalmente desgastados na região posterolateral

dos solados. Durante inspeção estática, é possível observar o sinal do *peek-a-boo*, uma elevação do arco transversal e calosidade sob o primeiro e quinto metatarsais. Após, é imperativo avaliar a deformidade em varo do retropé. Para os autores, o varismo do calcâneo é avaliado pelo desvio medial do calcâneo em relação à linha média da panturrilha.

Qin et al.¹⁶, em 2022, descrevem aspectos a serem avaliados em pacientes com pé cavovaro. Para os autores, o exame físico do pé cavovaro deve incluir: avaliação da marcha, aparência e mobilidade articular, avaliação de desequilíbrios musculares, identificação da origem da deformidade na qual o teste do bloco de Coleman é o método mais popular, avaliação da deformidade do antepé, a mobilidade do primeiro raio e a presença de encurtamento da cadeia posterior.

3.2 O teste do bloco de Coleman

Coleman e Chesnut⁶, em 1977, publicam artigo intitulado como “Um simples teste para avaliar a flexibilidade do retropé nos pés cavovaros” (**tradução nossa**)^{xi}. Nesse artigo, os autores demonstram um exame físico de fácil realização e replicabilidade que é aceito e difundido pelo mundo. O teste, embora atualmente modificado por alguns autores, baseia-se em apoiar o pé do paciente com deformidade em pé cavovaro sobre uma superfície elevada, de modo que os três primeiros raios fiquem alocados fora da superfície, suspensos, para que não recebam carga. Com o observador posicionado atrás do paciente, caso ocorra a neutralização ou valgismo do retropé, o retropé é denominado flexível.

Rosenbaum et al.⁵, em 2014, citam em artigo de revisão a importância da avaliação da flexibilidade do retropé através do teste do bloco de Coleman. Descrevem a sua realização retirando do apoio do bloco o primeiro e segundo metatarsos.

^{xi} A simple test for hindfoot flexibility in the cavovarus foot = Tradução: Um simples teste para avaliar a flexibilidade do retropé nos pés cavovaros.

Faldini et al.²⁶, em 2015, relatam o tratamento cirúrgico de 24 casos de pés cavovaros secundários à doença de Charcot-Marie-Tooth. Os autores descrevem a avaliação da flexibilidade do retropé através do teste modificado de Coleman, denominado por eles como teste do bloco de Coleman-Andreas. Esse teste é realizado retirando todo apoio do antepé e observando o comportamento do retropé.

LaClair et al.²⁷, em 2007, em artigo sobre o manejo do pé cavovaro concluem que a reconstrução com preservação da mobilidade deve ser priorizada nos pacientes com pé cavovaro flexível. Para avaliar a flexibilidade, os autores realizam o teste do bloco de Coleman modificado, retirando do apoio do bloco apenas o primeiro metatarso.

Myerson e Myerson²⁸, em 2019, publicam artigo pontuando aspectos importantes para decisão terapêutica entre osteotomia ou artrodese na correção do pé cavovaro e ressaltam a importância da avaliação da flexibilidade do retropé. Para os autores, o teste é realizado apoiando apenas a lateral do pé sobre o bloco de Coleman.

Akoh e Phisitkul²⁹, em 2019, publicam artigo de revisão sobre avaliação clínica e radiológica do pé cavovaro. Para os autores, o teste do bloco de Coleman deve ser realizado para avaliar se a deformidade é guiada pelo antepé ou retropé. Os autores realizam o exame retirando apenas o primeiro metatarso do apoio do bloco.

Foran et al.³⁰, avaliam a flexibilidade do retropé de seis pés cavovaros pelo método do teste do bloco de Coleman. Para isso, eles retiram o apoio apenas do primeiro metatarso do bloco.

Qin et al.¹⁶, em 2022, publicam artigo de revisão sobre a avaliação e tratamento do pé cavovaro. Para os autores, o teste do bloco de Coleman é a maneira mais popular de se avaliar a flexibilidade do retropé dos pés cavovaros e determinar a origem da deformidade. O teste é descrito retirando o apoio apenas do primeiro metatarso.

3.2.1 Tratamento conservador

Statler et al.²³, em 2005, recomendam o tratamento conservador para pés cavovaros idiopáticos e não progressivos. O tratamento, para os autores, deve ser realizado com palmilhas acolchoadas e modificações nos calçados.

Manoli et al.²⁴, em 2005, relatam que o tratamento conservador para pés cavovaros sutis baseia-se em uso de palmilhas adequadas e alongamento do gastrocnêmio.

Burns et al.⁷, em 2006, avaliam a eficácia do uso de órteses customizadas em 154 pacientes com pé cavovaro doloroso. Observam melhora de 74% da dor e de 45% na função após três meses de uso das órteses naquela amostra.

Hawke et al.³¹, em 2008, realizam uma revisão sistemática na literatura sobre o uso de palmilhas personalizadas no tratamento de dores nos pés. Concluem que, embora as evidências sejam ainda limitadas, o tratamento conservador com palmilhas personalizadas para pés cavovaros dolorosos apresentam maiores benefícios para o tratamento da dor quando comparadas com palmilhas não personalizadas.

Wegener et al.³², em 2008, comparam o uso de calçados de alta absorção de impacto com calçados normais em pacientes com pés cavovaros. Os autores concluem que calçados com amortecimento são efetivos em reduzir a pressão plantar de pacientes corredores que possuem pés cavovaros.

Abbasian e Pomeroy²⁵, em 2013, publicam artigo de revisão relacionado ao diagnóstico e tratamento do pé cavovaro idiopático. Para os autores, o tratamento conservador desses pés baseia-se na confecção de palmilhas, exercícios de fortalecimento muscular e alongamento dos gastrocnêmicos.

3.2.2 Tratamento cirúrgico

Fortin et al.³³, em 2002, utilizam o teste do bloco de Coleman para avaliar a flexibilidade do retropé de 10 pacientes (13 pés) com deformidade em pé

cavovaro idiopática associada à instabilidade lateral do tornozelo e artrose medial da articulação tibiotalar. Os autores observam oito pés cavovaros rígidos de acordo com o teste do bloco de Coleman e optam pela artrodese. Nos cinco pés restantes, cujos retropés foram considerados flexíveis pelo teste do bloco de Coleman, foi realizado o tratamento cirúrgico com osteotomias associado ou não à reconstrução ligamentar lateral.

Ward et al.³⁴, em 2008, avaliam retrospectivamente 25 pacientes (41 pés) com diagnóstico de pés cavovaros flexíveis secundários à doença de Charcot-Marie-Tooth, submetidos à correção cirúrgica através de osteotomia de elevação do primeiro metatarso associado às transferências tendíneas. A flexibilidade foi confirmada pelo teste do bloco de Coleman. Com seguimento médio de 26 anos os autores relatam que em 20% da amostra foi necessário reabordagem cirúrgica. Além disso, observam residual elevação do arco longitudinal medial e deformidade em varo do retropé na maioria dos pacientes.

Leeuwesteijn et al.³⁵, em 2010, avaliam retrospectivamente 31 pacientes (56 pés) com diagnóstico de pé cavovaro secundário à doença de Charcot-Marie-Tooth, submetidos à correção cirúrgica da deformidade com osteotomia de elevação do primeiro raio associado a transferências tendíneas. Os autores optam por esse procedimento devido aos pacientes possuírem diagnóstico de pé cavovaro flexível pelo teste do bloco de Coleman. Observam melhora da função em 84% dos pacientes através do escore Foot Function Index (FFI) com seguimento médio de 56 meses do tratamento cirúrgico. Por outro lado, 10% dos pacientes da amostra se mostram insatisfeitos com a correção.

Kroon et al.³⁶, em 2010, avaliam retrospectivamente o tratamento cirúrgico de 15 pacientes (19 pés) com diagnóstico de pé cavovaro flexível pelo teste do bloco de Coleman. Todos os pacientes dessa amostra foram submetidos a transferências tendíneas para reequilíbrio muscular e osteotomia de extensão do primeiro metatarso. A osteotomia valgizante do calcâneo foi realizada em apenas dois pacientes por não observarem correção completa da deformidade do retropé no intraoperatório. Com seguimento médio de 50 meses, o autor observa resultado insatisfatório com varo residual do retropé em 36% de sua amostra.

Myerson e Myerson²⁸, em 2019, observam uma taxa de 65% de insatisfação em amostra de 172 pacientes, com pés cavovaros flexíveis detectados com o teste do bloco de Coleman, submetidos à correção cirúrgica com osteotomias e transferências tendíneas. Para os autores, o teste do bloco de Coleman não é capaz de avaliar a real flexibilidade desta deformidade.

3.3 Avaliação clínica do alinhamento retropé

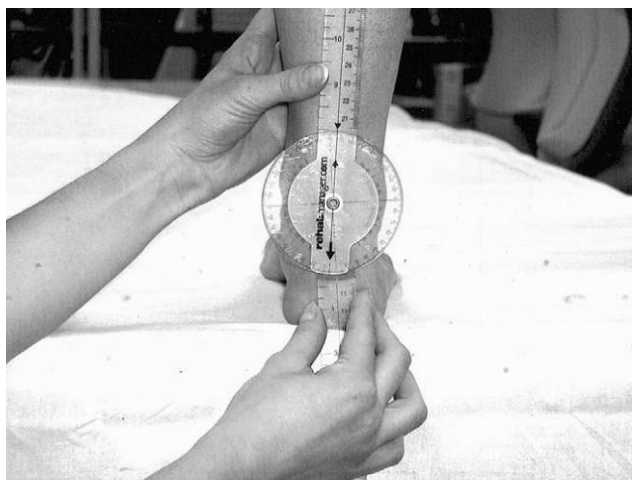
Donatelli et al.³⁷, em 1985, descrevem, em artigo denominado “Biomecânica normal do pé e tornozelo” **(tradução nossa)**^{xii}, o método goniométrico de avaliação do alinhamento do retropé. A análise clínica do alinhamento de retropé é baseada no posicionamento do retropé em relação ao eixo longo da perna com o paciente de costas em posição ortostática. Quando observado o perfeito paralelismo do eixo do calcâneo com o eixo da perna, denomina-se como retropé neutro. Quando observado desvio para medial e lateral do calcâneo em relação a perna, denomina-se varo e valgo, respectivamente. Essa medida é denominada ângulo tibio calcâneo com carga **(tradução nossa)**^{xiii} (STCA) **(Figura 1)**.

Haight et al.³⁸, em 2005, estudam a confiabilidade da avaliação do alinhamento clínico do retropé entre o método de Donatelli (STCA) e a mensuração visual. Observam excelente confiabilidade intra e interobservador, com erro médio de 2 graus entre as avaliações.

^{xii} Normal Biomechanics of the Foot and Ankle – Tradução: Biomecânica normal do pé e tornozelo.

^{xiii} Standing tibio calcaneal angle – Tradução: Ângulo tibio calcâneo com carga.

Figura 1 - Ângulo tibiocalcâneo com carga (STCA)



Fonte: Haight HJ, Dahm DL, Smith J, et al. Measuring standing hindfoot alignment: Reliability of goniometric and visual measurements. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86: 571–575.

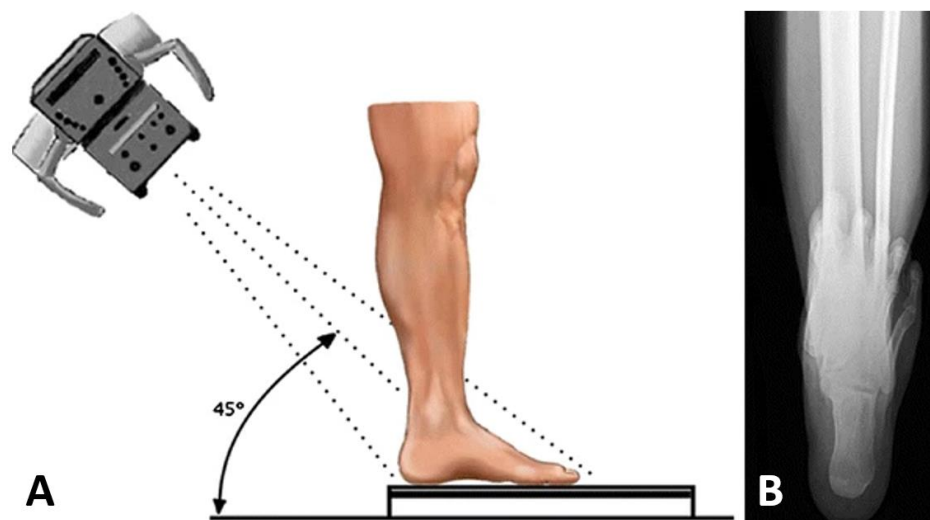
3.4 Avaliação radiográfica do alinhamento do retropé

Harris e Beath³⁹, em 1948, descrevem a primeira padronização radiográfica para avaliação do retropé para analisar a articulação subtalar em pacientes com pés planos.

Kleiger e Mankin⁴⁰, em 1961, analisam o desenvolvimento de centros de crescimento do calcâneo e do tálus. Descrevem seu método de avaliação denominado como incidência radiográfica axial perna-pé (**tradução nossa**)^{xiv}. Essa incidência radiográfica visa observar a articulação da subtalar. Para isso, o tubo do aparelho é posicionado com angulação de aproximadamente 45 graus em relação ao solo, com feixes de raio X direcionados para a região posterior do tornozelo, de modo que atinja a perna e o calcâneo. O cassete é posicionado embaixo dos pés com os raios o atingindo (**Painel 1**).

^{xiv} Posterior axial view – Tradução: Incidência radiográfica axial perna-pé.

Painel 1 - Incidência radiográfica axial perna pé

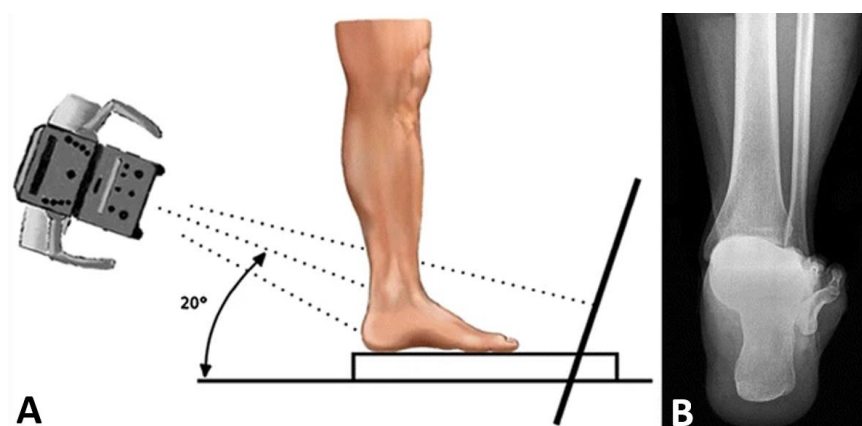


Legenda: **A** – Método de aquisição da imagem radiográfica. **B** – Imagem radiográfica esperada.

Fonte: Reilingh ML, Beimers L, Tuijthof GJM, et al. Measuring hindfoot alignment radiographically: the long axial view is more reliable than the hindfoot alignment view. *Skeletal Radiol* 2010; 39: 1103–1108.

Cobey⁴¹, em 1976, padroniza a avaliação radiográfica do eixo do retropé. Nesse artigo, define um método radiográfico de fácil replicabilidade, tornando assim mais simples as avaliações do alinhamento retropé ao utilizar o antepé como guia para o posicionamento do pé durante aquisição das imagens radiográficas. Para isso, utiliza uma plataforma com os raios X penetrando de posterior para anterior em uma angulação de 15 a 20 graus em relação ao solo e perpendicular ao cassete. O pé é posicionado de modo que o eixo do segundo dedo fique em 90 graus com o cassete. Essa incidência objetiva a visualização do tornozelo, em detrimento da subtalar. Para mensurar o alinhamento do retropé, o autor mede a distância entre a parede medial do calcâneo e o maléolo medial (**Painel 2**).

Painel 2 - Incidência radiográfica de Cobey



Legenda: A – Método de aquisição da imagem radiográfica. B – Imagem radiográfica esperada.

Fonte: Reilingh ML, Beimers L, Tuijthof GJM, et al. Measuring hindfoot alignment radiographically: the long axial view is more reliable than the hindfoot alignment view. *Skeletal Radiol* 2010; 39: 1103–1108.

Saltzman e El-Khoury⁴², em 1995, publicam seu método de avaliação do alinhamento do retropé. Eles utilizam a técnica de aquisição radiográfica semelhante ao de Cobey. Por outro lado, para mensuração do alinhamento do retropé, realizam a medida entre uma linha que passa pelo eixo anatômico da tíbia até o ponto mais inferior do calcâneo (**Figura 2**).

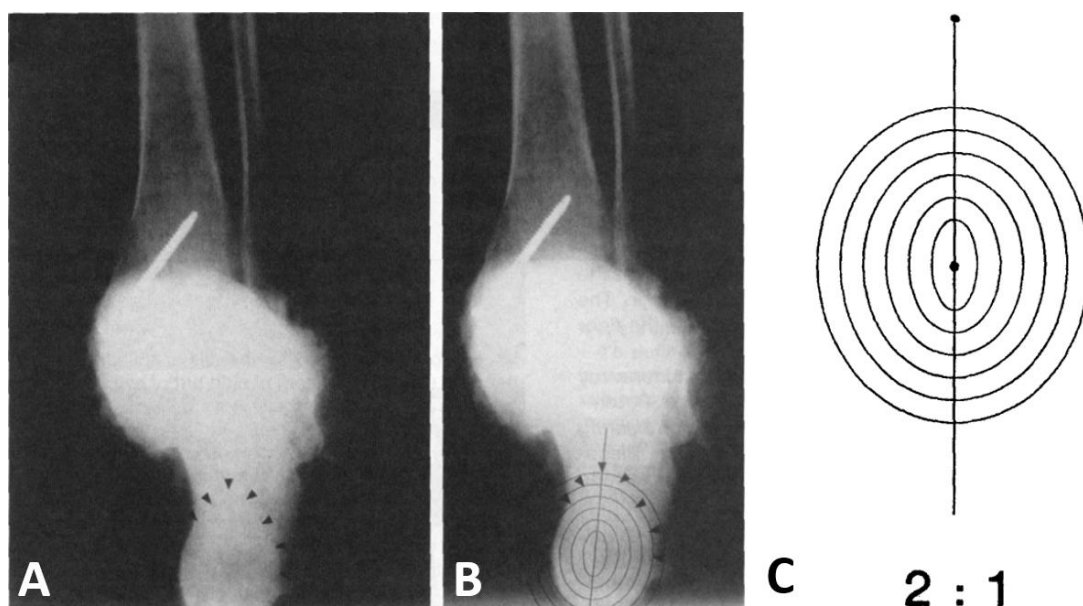
Figura 2 - Método de mensuração de Saltzman



Fonte: 1. Saltzman CL, El-Khoury GY. The hindfoot alignment view. *Foot Ankle Int* 1995; 16: 572–576.

Johnson et al.⁴³, em 1999, modificam a técnica de aquisição de imagem de Cobey e a de mensuração do alinhamento do retropé de Saltzman. Para isso, demonstram que a aquisição de imagens radiográficas de ambos os pés de uma vez faz os feixes de raios X atingirem obliquamente o retropé, pois o tubo emissor de raio X é posicionado no meio dos pés. Por isso, os autores preferem realizar radiografias de cada tornozelo de maneira isolada. Para a mensuração do alinhamento do retropé, os autores desenvolvem um conjunto de elipses que são colocadas sobre a imagem radiográfica e então é observado o melhor posicionamento das elipses em relação à tuberosidade posterior do calcâneo. Após, é mensurado o ângulo formado pela intersecção de uma linha traçada no eixo longo das elipses em relação ao solo (**Painel 3**).

Painel 3 - Método de mensuração de Jhonson



Legenda: **A**: Tuberosidade posterior do calcâneo. **B**: Sobreposição das elipses. **C**: Elipses utilizadas nas mensurações.

Fonte: Johnson JE, Lamdan R, Granberry WF, et al. Hindfoot coronal alignment: A modified radiographic method. *Foot Ankle Int* 1999; 20: 818–825.

Lamm et al.⁴⁴, em 2005, realizam um estudo comparativo com 24 pés direitos de pacientes saudáveis. Estudam a correlação entre as medidas radiográficas do alinhamento do retropé na incidência de Cobey e axial perna-

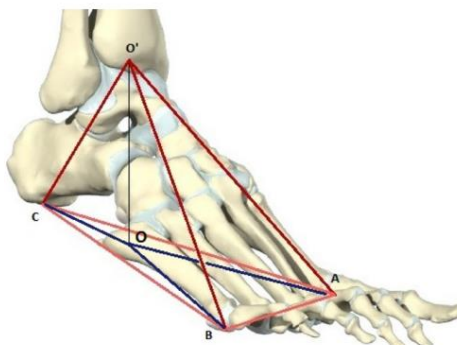
pé, de acordo com a técnica radiográfica sugerida pelos seus descritores. Observam uma boa correlação entre as mensurações ($r=0,814$; $P<.0001$), com média de 0,8 graus de varo pela técnica radiográfica de Cobey e de 2,1 graus de varo pela técnica radiográfica axial perna pé.

Mendicino et al.⁴⁵, em 2008, publicam artigo ilustrativo sobre a técnica de aquisição radiográfica de Cobey e axial perna-pé. Concluem que ambas as incidências radiografias são úteis para auxiliar a avaliação da deformidade no plano coronal do pé e tornozelo.

Buck et al.⁴⁶, em 2011 comparam o alinhamento do retropé nas incidências de Cobey e axial perna-pé em diferentes graus de rotação interna e externa do tornozelo. Para isso, utilizam três métodos diferentes de mensuração do alinhamento do retropé. Os autores observam diferenças estatisticamente significantes nas mensurações em ambas as incidências, como por exemplo, ao avaliar o alinhamento do retropé pelo método de Cobey, foram observados ângulos de 15,4 graus, 25,8 graus e 1 grau com o tornozelo em neutro, com dez graus de rotação externa e com dez graus de rotação interna, respectivamente. Concluem que pequenos desvios rotacionais durante posicionamento do pé ao exame radiográfico podem gerar diferenças significativas na avaliação do alinhamento do retropé.

Lintz et al.⁴⁷, em 2012, descrevem uma técnica radiográfica para avaliação do alinhamento do retropé, na qual não utilizam o eixo longo da tíbia, denominado "Ground Reaction Force Calcaneal Offset (GRFCO)". Segundo os autores, a avaliação do alinhamento do retropé pode sofrer interferência dos seguintes fatores: configuração radiográfica utilizada para aquisição da imagem, grau de estabilidade articular e do correto alinhamento do joelho. Argumentam que a mensuração do alinhamento do retropé não pode ser realizada através de parâmetros bidimensionais e sim tridimensionais. O GRFCO é um modelo matemático que fornece o alinhamento do retropé em relação ao antepé através de radiografias dos pés nas incidências anteroposterior e perfil (**Figura 3**)⁴⁷.

Figura 3 - “Índice de Força de Reação do Solo ao Calcâneo (GRFCO)”



Fonte: Lintz F, Barton T, Millet M, et al. Ground Reaction Force Calcaneal Offset: A new measurement of hindfoot alignment. *Foot Ankle Surg* 2012; 18: 9–14.

Baverel et al.⁴⁸, em 2017, avaliam a influência da rotação do membro inferior durante avaliação do alinhamento do retropé pela incidência de Cobey. Para isso, utilizam um modelo cadavérico sem sinais de deformidades aparentes ou cicatrizes. Observam uma variação de 7,2 graus em relação a todas as medidas, sendo o maior valor unitário de 5,6 graus de valgo quando o retropé mantinha-se em posição 0. Essa posição foi definida como o posicionamento padrão descrito pelos idealizadores da técnica em que o segundo dedo se encontra em posição perpendicular ao cassete.

3.5 Tomografia computadorizada com carga (WBCT)

Carrino et al.⁴⁹, em 2014, reportam a primeira tomografia de feixe cônico com carga (WBCT) utilizada para avaliação de lesões osteoarticulares. Descrevem que a tecnologia gera imagens volumétricas comparáveis a tomografia computadorizada convencional, no entanto com melhor resolução espacial e menor dose de radiação. O método consiste em um aparelho circular que apresenta, em uma das extremidades, um tubo emissor de feixe cônico de raio x direcionado para um painel detector na extremidade oposta. O paciente permanece em posição ortostática fisiológica no centro da máquina enquanto o aparelho realiza uma única rotação ao seu redor (**Figura 4**). 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.

Um computador com o software instalado reconstrói tridimensionalmente as imagens adquiridas em cerca de 20 a 120 segundos.

Figura 4 - Imagem fotográfica do paciente realizando tomografia computadorizada com carga (WBCT)



Fonte: Laboratório Professor Manlio Mario Marco Napoli - Tomografia computadorizada com carga (WBCT).

Tuominen et al.⁵⁰, em 2013, publicam o primeiro artigo com imagens de tomografia computadorizada por feixe cônico de pacientes em posição ortostática (WBCT). Os autores demonstram diferenças entre realizar o exame em supino e em posição ortostática. Exemplificam como comporta-se um tornozelo com artrose em posição ortostática em relação à posição em supino. Para os autores, as vantagens da tecnologia são: rápida aquisição de imagem, possibilidade de realizar em posição ortostática, tomógrafo com design portátil, baixo custo esperado do aparelho e baixa radiação emitida em relação aos tomógrafos convencionais.

Hirschmann et al.⁵¹, em 2014, comparam o retropé de 22 pacientes em posição supino e em posição ortostática utilizando a WBCT com diagnósticos variados. Seis mensurações relacionadas ao alinhamento do retropé foram avaliadas por dois radiologistas. Dentre as mensurações realizadas, quatro apresentam diferenças estatisticamente significantes com o paciente em posição supina e em posição ortostática.

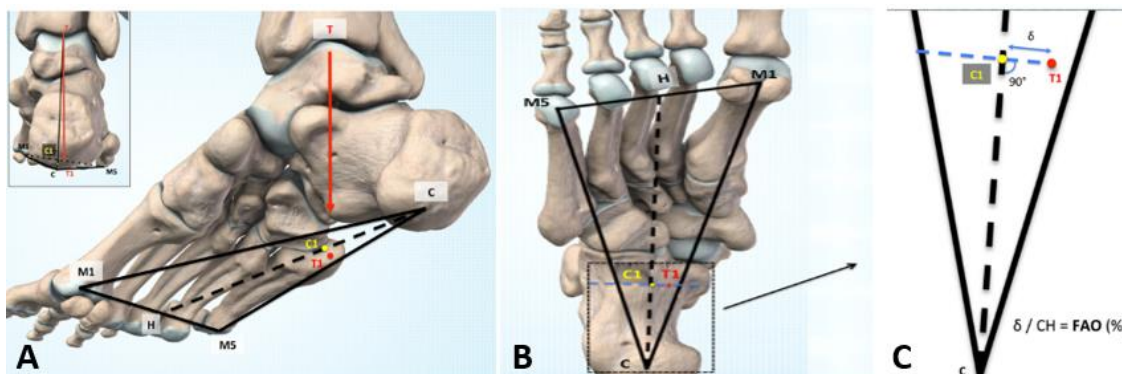
Richter et al.⁵², em 2014, comparam medidas angulares usualmente utilizadas através de três diferentes exames de imagens: radiografia

convencional com carga, tomografia computadorizada convencional e tomografia computadorizada de feixe cônico com carga. Os autores evidenciam que as medidas foram significativamente diferentes, sugerindo que apenas a tomografia de feixe cônico com carga fornece os valores corretos, uma vez que ela combina a carga fisiológica das radiografias com a resolução da tomografia computadorizada.

Lintz et al.⁵³, em 2017, criam o *Torque Ankle Lever Arm System* (TALAS; CurveBeam LLC, Warrington, PA), uma ferramenta computacional semiautomática que usa as coordenadas de quatro pontos anatômicos na tomografia computadorizada de feixe cônico com carga para avaliação tridimensional do alinhamento do retropé. Os pontos representam o modelo piramidal do pé e tornozelo, sendo o tripé correspondente aos pontos de suporte de carga no primeiro e no quinto metatarsos e no calcâneo, e o ápice da pirâmide correspondente ao centro e o ponto mais alto do domus talar (representando o centro do tornozelo). O deslocamento do pé e do tornozelo – Índice Tornozelo-Pé (FAO) (**tradução nossa**)^{xv} é calculado pelo TALAS e corresponde ao braço de alavanca resultante da diferença das forças aplicadas no tornozelo pelo peso corporal e a reação do solo. O **painel 4** exemplifica como o FAO de um paciente sem deformidade do retropé é calculado. Observa-se na ilustração uma pirâmide de base triangular mostrando o tripé, constituído pelos pontos de suporte do primeiro e do quinto metatarsos e do calcâneo, e o ápice, formado pelo ponto mais central e alto do tálus, que representa o centro do tornozelo (**Painel 4A**). O cálculo do FAO é realizado dividindo a distância dos dois pontos observados no colchete pela distância da linha tracejada (linha que liga a bissetriz dos pontos de suporte do primeiro e quinto metatarsal ao ponto de carga do calcâneo) e multiplicado por cem (**Painéis 4B e 4C**).

^{xv} Foot Ankle Offset – Tradução: Índice Tornozelo-Pé.

Painel 4 - Ilustração Índice Tornozelo-Pé (FAO)



Legenda – **A e B**: Imagem ilustrativa do Índice Pé-Tornozelo (FAO) de vista posteromedial e plantar do pé, respectivamente. **C**: Ampliação da base do triângulo para entendimento do cálculo do FAO.

Fonte: Lintz F, Welck M, Bernasconi A, et al. 3D Biometrics for Hindfoot Alignment Using Weightbearing CT. *Foot Ankle Int* 2017; 38: 684–689.

Burssens et al.⁵⁴, em 2018, avaliam o alinhamento normal do retropé pela WBCT. Com uma amostra de 48 pés sem sinais clínicos ou radiográficos de deformidades no retropé, avaliam nove medidas angulares do retropé. Os autores concluem que o ângulo de alinhamento do retropé (HAA) médio foi de $0,79^\circ \pm 3,2$ de valgo, o ângulo talocalcâneo (TCA) médio foi de $-0,61^\circ \pm 2,9$ de varo e o ângulo vertical da subtalar (SVA) médio foi de $96,1^\circ \pm 5,7$. Para as avaliações, os autores padronizaram o eixo sagital do pé pelo eixo longo do segundo raio.

Zhang et al.⁵⁵, em 2019, avaliam imagens de WBCT de 249 pés classificados clinicamente em retropé neutro, valgo e varo. Os valores observados do FAO foram de $2,3\% \pm 2,9$ para o alinhamento neutro do retropé, $11,4\% \pm 5,7$ para retropé valgo e $-11,6\% \pm 6,9$ para retropé varo.

Bernasconi et al.⁵⁶, em 2020, avaliam a confiabilidade intraobservador e interobservador do FAO em uma amostra de 34 pacientes com deformidade em pé cavovaro e comparam com uma amostra de 17 pés normais. Os valores médios do FAO observados no grupo de pés cavovaros foram de $-12\% \pm 6,2$ e de $0,5\% \pm 3$ no grupo de pés normais. Os autores ressaltam que foi preciso padronizar o plano sagital do pé por uma perpendicular do eixo bimaléolar do

tornozelo devido à deformidade desses pés tornarem as imagens do domus talar dismórfica quando, por exemplo, avaliadas pelo eixo do segundo metatarso. Dessa maneira, encontraram resultados excelentes, independentemente do grau de deformidade.

Foran et al.³⁰, em 2020, publicam artigo avaliando seis pacientes com pé cavovaro rígido em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman na WBCT. Avaliaram o alinhamento clínico, radiográfico e tomográfico do retropé. Observam uma correção clínica média de 3,8 graus, não suficiente para corrigir o retropé, aumento do FAO de apenas 1,1 graus e valgização de 4,9 graus do retropé pela avaliação manual do HA. Os autores não relatam nenhuma padronização do eixo sagital do pé.

Lôbo et al.⁵⁷, em 2021, publicam artigo de atualização sobre a WBCT. Os autores explicam as características dessa nova tecnologia emergente e ressaltam que ela emite menor carga de radiação do que a tomografia convencional de multidetectores, embora seja maior que as radiografias convencionais. No entanto, resalta-se que a carga de radiação nas radiografias convencionais pode ser igual ou maior que a empregada no exame tomográfico com carga a depender da quantidade de incidências utilizadas, se captadas uni ou bilateralmente e do tamanho do campo de visão. Estima-se que uma única exposição de um pé apresente uma dose de radiação de 0,001 mSv; enquanto a tomografia convencional apresente 0,07 mSv e a tomografia de feixe cônico possui carga de 0,01 a 0,03 mSv.

Godoy et al.⁵⁷, em 2021, publicam artigo de revisão sobre os avanços que a WBCT trouxe para os especialistas em pé e tornozelo. Os autores demonstram que essa tecnologia emergente está se difundindo mundialmente e ressaltam suas descobertas em diversas doenças tais como pé plano, halux rigidus, lesões da sindesmose, entre outras. Além disso, mostram os benefícios de sua utilização no planejamento cirúrgico de deformidades do pé e tornozelo.

Shakoor et al.⁵⁸, em 2021, comparam as medidas angulares realizadas em radiografias convencionais com carga e tomografia computadorizada de feixe cônico com carga, em uma amostra de pacientes com deformidade em pé plano adquirido do adulto, e encontram diferenças significativas em várias das medidas

estudadas. Concluem que as radiografias podem subestimar as deformidades do pé e tornozelo.

4 MÉTODOS

4 MÉTODOS

4.1 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo observacional transversal com o escopo de analisar parâmetros tomográficos do alinhamento do retropé de pés cavovaros flexíveis em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman e comparar com população normal.

4.2 Local, aprovação na comissão de ética em pesquisa e termo de consentimento.

O presente estudo foi realizado no Laboratório Professor Manlio Mario Marco Napoli - Tomografia computadorizada com carga (WBCT) situado no Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas de São Paulo (IOT-HCFMUSP). Os pacientes do Grupo Caso foram oriundos do ambulatório do grupo de cirurgia de pé e tornozelo do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas de São Paulo (IOT-HCFMUSP). Os pacientes do Grupo Controle foram compostos por médicos e residentes voluntários do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas de São Paulo (IOT-HCFMUSP).

O estudo foi aprovado pela Comissão Científica do Instituto de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo com o protocolo (emenda) número 1329 – SGP 6050 (**Anexo 1**). Este trabalho foi aprovado pela Plataforma Brasil com protocolo CAAE:95702918.5.0000.0068 (**Anexo 2**).

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 3**) o que os permitiram consentir as suas participações neste estudo. Esse documento foi assinado e arquivado.

4.4 População estudada

Foram estudados pacientes com diagnóstico de pé cavovaro flexível realizando o teste do bloco de Coleman e voluntários com retropé neutro ou ligeiramente valgo.

4.5 Critérios de seleção

4.5.1 Critérios de inclusão

Os critérios de seleção dos pacientes do Grupo Caso foram: presença de deformidade em varo do retropé (desvio medial do calcâneo em relação à linha média da panturrilha) com o paciente de costas em posição ortostática, sinal do *peek-a-boo* quando avaliado de frente e teste do bloco de Coleman positivo para neutralização clínica do alinhamento do retropé²⁵.

Os critérios de seleção do Grupo Controle foram retropé neutro ou com até 5 graus de valgo durante análise clínica em posição ortostática de costas associado à ausência dos sinais de *too many toes* e *peek-a-boo*.

4.5.2 Critérios de não inclusão

Não foram incluídos pacientes submetidos a qualquer procedimento cirúrgico prévio no pé ou tornozelo, com pés cavovaros ou neutros assimétricos ou adquiridos secundariamente a lesões traumáticas musculotendíneas ou neurológicas não congênitas, tais como acidente vascular cerebral, traumas raquimedulares e lesões do neurônio motor secundário. Também não foram incluídos pacientes com qualquer déficit neurológico sensitivo ou motor ao exame físico.

4.5.3 Critérios de exclusão

Aqueles que se recusaram a assinar o termo de consentimento livre e esclarecido ou que negaram a realizar o exame tomográfico.

4.6 Amostra selecionada

Foram avaliados 20 pacientes (40 pés) com diagnóstico de pé cavovaro flexível (denominado Grupo Caso) e 20 indivíduos (40 pés) com retropés neutros ou ligeiramente valgos (denominado Grupo Controle).

Pacientes com diagnóstico de pé cavovaro, (Grupo Caso) do ambulatório de cirurgia do pé e tornozelo do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas de São Paulo (IOT-HCFMUSP), realizam radiografias em posição ortostática e tomografias convencionais dos pés e tornozelos para avaliação da deformidade dos pés. Os pacientes que satisfaziam os critérios de seleção, aceitaram participar deste estudo e assinaram o TCLE, foram submetidos a três tomografias computadorizadas com carga (WBCT). A radiação exposta pelo paciente durante os exames de WBCT equivalem à radiação que o paciente seria exposto ao realizar apenas a série de radiografias com carga normalmente realizadas para avaliação da deformidade. No mesmo dia na qual foi realizado a aquisição das imagens tomográficas, foi coletados dados como idade, sexo e diagnóstico.

Os indivíduos com retropé normais (Grupo Controle) foram submetidos a apenas uma tomografia com carga (WBCT). Todos os indivíduos do Grupo Controle foram voluntários e assinaram o TCLE.

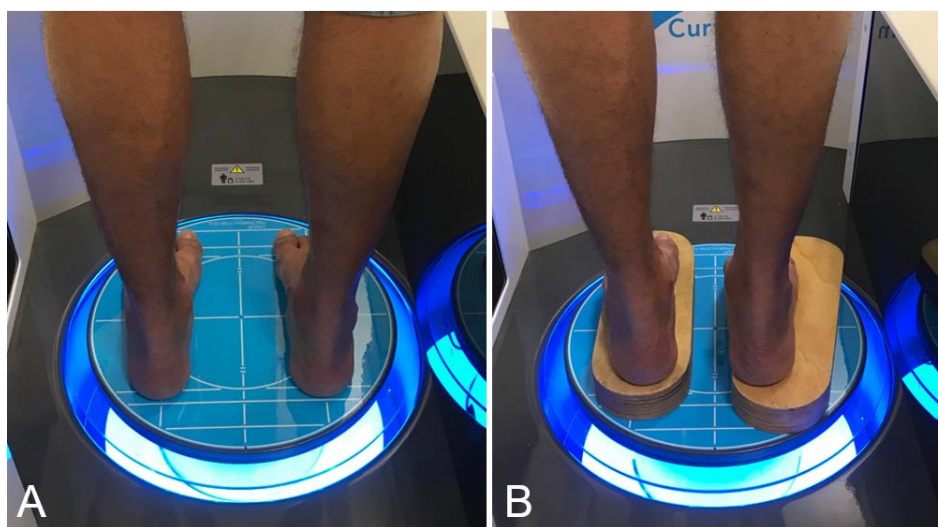
4.7 Descrição do exame de tomografia computadorizada

Todos os participantes foram submetidos à tomografia computadorizada com carga LineUp® (CT; CurveBeam, Philadelphia, PA, USA). As imagens foram obtidas (protocolo: voltagem = 120kVp, corrente = 5.0 mA, CTDI = 2,171 mGy, FOV = 20 cm altura x 35 cm comprimento, e cortes de 0,3 mm) de janeiro de 2020 a dezembro de 2021, armazenados no servidor da instituição e analisados com o software CubeVue (Curvebeam, Philadelphia, PA, USA).

O posicionamento dos pacientes para realização do exame de WBCT foi sempre realizado pelo pesquisador executante. Para a realização do teste, foram utilizados dois blocos de 4 centímetros de altura. Os pacientes do Grupo Controle realizaram apenas um exame tomográfico com carga (WBCT) na qual

são capturadas imagens dos dois pés ao mesmo tempo. Os pacientes do Grupo Caso foram submetidos a três exames consecutivos de WBCT, sendo o primeiro exame em posição ortostática e os dois seguintes realizando o teste do bloco de Coleman. Para a realização do teste do bloco de Coleman, os pacientes do Grupo Caso foram posicionados com um pé sobre cada bloco. O teste foi realizado em cada de pé separadamente, ou seja, enquanto um pé mantinha-se totalmente apoiado sobre um bloco, o outro pé foi posicionado para a realização do teste. Durante o exame, o calcâneo foi posicionado na borda mais medial do bloco e foi retirado do apoio do bloco apenas o primeiro raio, conforme trabalhos recentes têm realizado o teste^{17,28,30}. Os exames tomográficos em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman foram sempre realizados com os pés na mesma posição – com as haluces paralelas entre si (**Painel 5**).

Painel 5 - Exemplo de posicionamento do Grupo Casos na WBCT



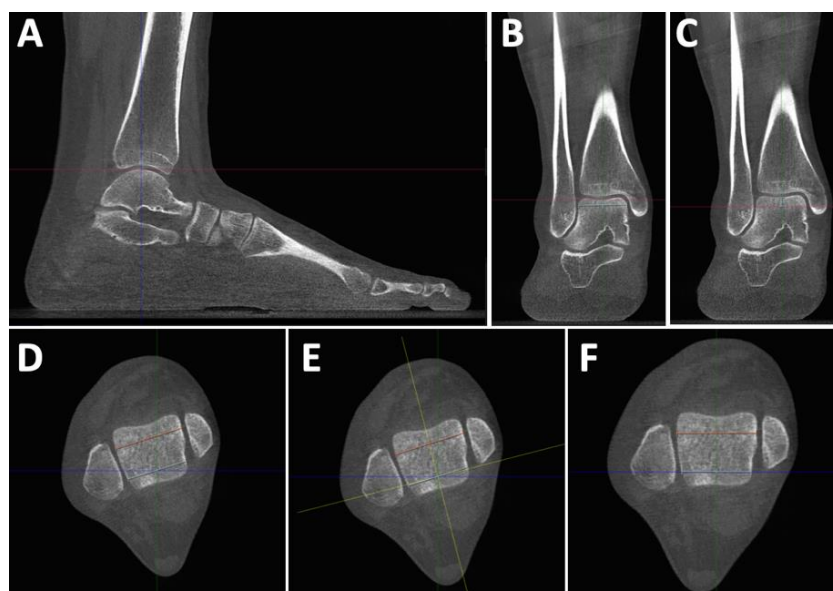
Legenda A: Paciente realizando WBCT em posição ortostática. e B: Paciente realizando o teste do bloco de Coleman na WBCT.

Fonte: Lintz F, Welck M, Bernasconi A, et al. 3D Biometrics for Hindfoot Alignment Using Weightbearing CT. *Foot Ankle Int* 2017; 38: 684–689.

4.8 Padronização do plano sagital do retropé pelo eixo longo do domus talar

Para avaliação do alinhamento ósseo isolado do retropé, foi optado pela padronização das imagens tomográficas do eixo do plano sagital alinhado com o eixo longo do domus talar. A padronização inicia-se observando o ponto mais alto e central do domus talar no plano sagital e coronal, respectivamente (**Painéis 6A e 6B**). Em seguida, uma distância de aproximadamente 5 milímetros abaixo desse ponto é medida no plano coronal, sendo então posicionado o eixo do plano axial no local (**Painel 6C**). Após, com o tálus sendo observado em formato trapezoidal no plano axial, uma linha transversal é desenhada na região anterior e outra na região posterior do domus talar (**Painel 6D**). Em seguida, com o uso da ferramenta “Rotate” do software “Cubevue®”, o eixo de corte do plano sagital é sobreposto à bissetriz das linhas transversais traçadas (**Painéis 6E e 6F**).

Painel 6 - Padronização do plano sagital pelo eixo longo do domus talar



Fonte: Laboratório Professor Manlio Mario Marco Napoli - Tomografia computadorizada com carga (WBCT).

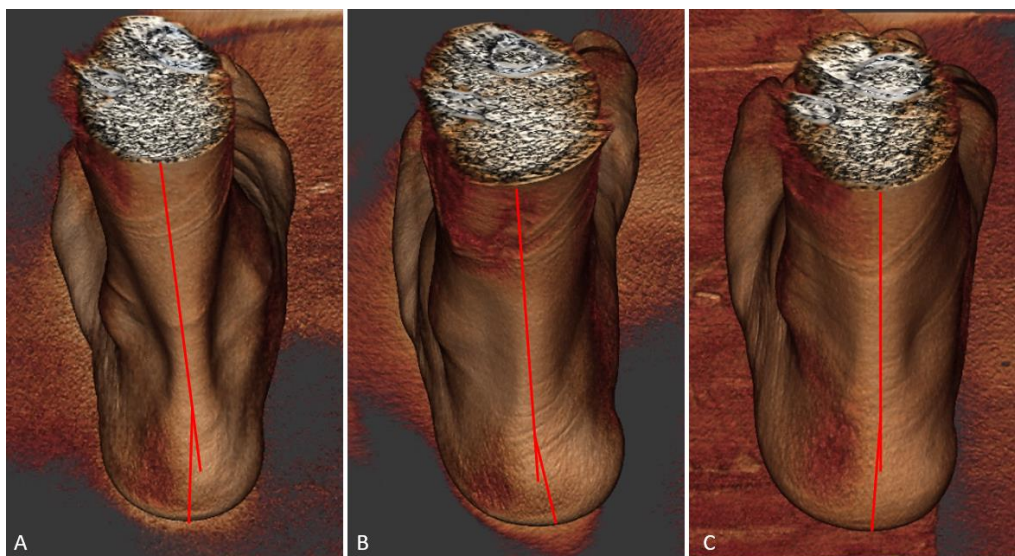
4.9 Mensurações

A avaliação clínica do alinhamento do retopé foi realizada pelo ângulo de alinhamento clínico do retopé pela tomografia computadorizada com carga (WBCT-CHAA) descrito abaixo.

4.9.1 Ângulo de alinhamento clínico do retopé pela tomografia computadorizada com carga (WBCT-CHAA)

A reconstrução tridimensional de partes moles foi realizada de maneira automática pelo próprio software da WBCT (Cubeview®). Foram acionadas as teclas “P/A” e a seguir “X 45”, respectivamente, para que as imagens fossem posicionadas no sentido posteroanterior e com inclinação superior de 45 graus de forma automática. Após, a medida WBCT-CHAA foi mensurada pelo cruzamento de duas linhas. A primeira linha ligando o ponto médio mais alto da panturrilha à tuberosidade posterior do calcâneo e a segunda ligando a tuberosidade posterior do calcâneo ao ponto mais inferior e central do calcâneo em contato ao solo. Desvios angulares dessa linha para lateral e medial foram denominados valgo (valores positivos) e varo (valores negativos), respectivamente **(Painel 7)**⁵⁹.

Painel 7 - Ângulo clínico de alinhamento do retropé pela tomografia computadorizada com carga (WBCT-CHAA)



Legenda: Imagens das mensurações do alinhamento clínico do retropé através da tomografia computadorizada com carga (WBCT-CHAA) de um paciente do: **A:** Grupo Controle. **B:** Grupo Caso em posição ortostática. **C:** Grupo Caso realizando o teste do bloco de Coleman.

Fonte: Laboratório Professor Manlio Mario Marco Napoli - Tomografia computadorizada com carga (WBCT).

A avaliação do alinhamento ósseo foi realizada através de quatro mensurações tomográficas: Índice tornozelo-pé (FAO), Ângulo de alinhamento do retropé (HAA), Ângulo talocalcâneo (TCA) e Ângulo vertical da subtalar (SVA).

4.9.2 Índice tornozelo-pé (FAO)

Foi utilizado para o cálculo desta medida uma ferramenta previamente instalada no software do aparelho de tomografia com carga (WBCT), denominada "TALAS[®]" (Figura 5)⁵³.

Figura 5 - Software TALAS



Fonte: Laboratório Professor Manlio Mario Marco Napoli - Tomografia computadorizada com carga (WBCT).

4.9.3 Ângulo de alinhamento do retropé (HAA)

O HAA é definido pelos cruzamentos de duas linhas. A primeira linha conecta um ponto presente no centro do tornozelo (predefinido pelo marcador) à bissetriz de dois pontos situados na região diafisária da tíbia (padronizado para este trabalho em uma região com aproximadamente 7 centímetros acima do pilão tibial). A segunda linha conecta o ponto situado no centro do tornozelo (marcador) ao ponto de carga do calcâneo (ponto mais inferior do mesmo no plano axial – local do cursor). Quando o ponto de carga do calcâneo apresentava-se lateralizado à primeira linha – desvio em valgo – foi definido como um ângulo positivo, quando o mesmo ponto situava-se medialmente à primeira linha – desvio em varo – foi definido como um ângulo negativo (**Painel 8A**)⁶⁰.

4.9.4 Ângulo talocalcâneo (TCA)

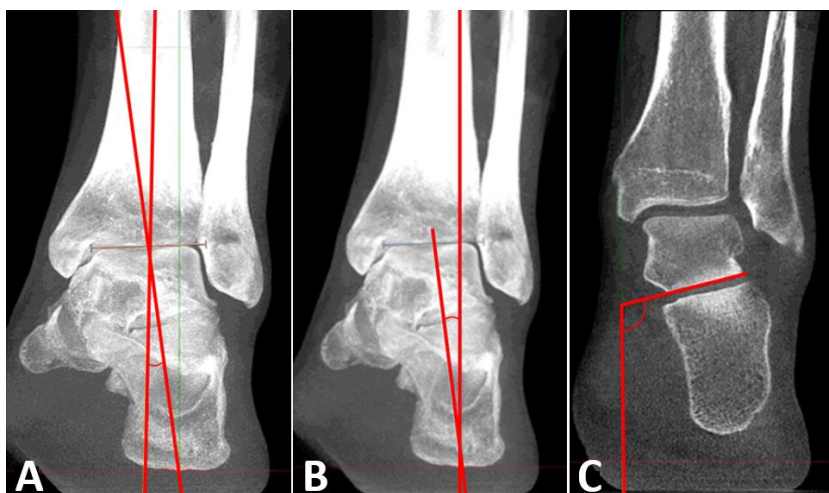
O ângulo talocalcâneo é mensurado pela intersecção de duas linhas. A primeira conecta o ponto central do tornozelo (local do marcador) ao ponto de carga do calcâneo (ponto mais inferior do mesmo no plano axial – local do cursor). A segunda linha trata-se de uma perpendicular ao solo. Quando a segunda linha se situava lateralmente em relação ao centro do tornozelo, ou

seja, um desvio em valgo do retropé, definimos a mensuração com um valor positivo. Quando a linha se situava medialmente em relação ao centro do tornozelo (desvio em varo), definimos com um valor negativo (**Painel 8B**)⁶¹.

4.9.5 Ângulo vertical da subtalar (SVA)

Para encontrar o local exato da faceta posterior do calcâneo no plano coronal onde são realizadas as aferições do SVA, é necessário que os cursores dos eixos do plano coronal e sagital se cruzem no centro do domus talar. Em seguida, na imagem do plano sagital, é traçada uma linha ligando o ponto mais anterior ao mais posterior da faceta posterior do tálus na subtalar. Definida essa linha, mantendo-se nas imagens do plano sagital, desloca-se o cursor do eixo coronal para o ponto médio da linha. Então, no plano coronal, é possível mensurar o SVA. O SVA é definido pelo cruzamento de uma linha que passa pelo ponto mais lateral ao mais medial da subtalar com uma linha perpendicular ao solo situada medialmente ao tornozelo (**Painel 8C**)⁶².

Painel 8 - Ângulos de alinhamento ósseo do retropé manuais mensurados



Legenda: **A**: Ângulo de alinhamento do retropé (HA), **B**: Ângulo talocalcâneo (TCA), **C**: Ângulo vertical da subtalar (SVA).

Fonte: Laboratório Professor Manlio Mario Marco Napoli - Tomografia computadorizada com carga (WBCT).

As mensurações do alinhamento do retropé foram realizadas por dois examinadores: um ortopedista especialista em pé e tornozelo e um radiologista especialista no sistema musculoesquelético, ambos com familiaridade e

experiência no manuseio do software. Cada examinador realizou duas mensurações do mesmo paciente com intervalo de pelo menos 15 dias. As imagens tomográficas foram submetidas à reconstrução tridimensional para mensuração do alinhamento clínico e em cortes milimétricos nos eixos axial, coronal e sagital para mensurações do alinhamento ósseo do retropé. Nas mensurações HAA, TCA e SVA foi utilizado de forma padronizada o plano sagital pelo eixo longo do domus talar, como reportado acima, para que as aferições não tivessem nenhuma interferência de movimentos realizados pelo antepé durante o teste do bloco de Coleman.

4.10 Cálculo da amostra

A referência mais adequada ao método do estudo que encontramos na literatura foi o artigo, de **Burssens et al.**⁵⁴, “Tomografia computadorizada com carga no retropé normal – Presença de um valgo constitucional?” (**tradução nossa**)^{xvi}. Esse artigo fornece valores detalhados de medidas obtidas por tomografia com carga de voluntários sem doença no retropé, incluindo medida de dispersão (desvio-padrão) de cada valor obtido.

A estimativa do tamanho de amostra necessário para a execução deste projeto baseou-se no cálculo de um valor crítico da estatística t de Student (~1,699) capaz de detectar diferenças significativas ao nível de 5% (alfa, erro tipo I), atingindo o número de graus de liberdade classicamente considerado como o mínimo adequado à aplicação do teorema do limite central. Assim, o tamanho da amostra foi calculado a partir desse limite da estatística t e da diferença de médias dele decorrente em um teste t de amostra única. Foi considerado válido o coeficiente de variação reportado pelos autores do artigo e o poder de teste (1-β) de 0,8. Os cálculos foram realizados na plataforma R, seguindo o preconizado por Cohen, J. Assim, chegou-se no tamanho amostral de 40 pés como estimativa adequada aos objetivos do projeto.

^{xvi} Weightbearing CT in normal hindfoot alignment — Presence of a constitutional valgus? – Tradução: Tomografia computadorizada com carga no retropé normal – Presença de um valgo constitucional?

4.11 Desfechos

4.11.1 *Confiabilidade intra e interobservador*

Foram comparadas a correlação intra e interobservador nas mensurações WBCT-CHAA, FAO, HAA, TCA e SVA.

4.11.2 *Análise do alinhamento clínico e ósseo do retropé do Grupo Caso (Desfecho primário)*

A avaliação da mobilidade do retropé nos pacientes submetidos ao teste do bloco de Coleman (Grupo Caso) foi realizada comparando as mensurações do alinhamento clínico (WCBT-CHAA) e ósseo (FAO, HAA, TCA e SVA) do retropé do Grupo Caso, em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman.

4.11.3 *Análise do alinhamento clínico e ósseo do retropé do Grupo Caso com o Grupo Controle (Desfecho secundário)*

Para avaliar o alinhamento do retropé dos pacientes do Grupo Caso, quando submetidos ao teste do bloco de Coleman, assemelha-se ao alinhamento do retropé dos pacientes do Grupo Controle, foram comparadas as mensurações do alinhamento clínico (WCBT-CHAA) e ósseo (FAO, HAA, TCA e SVA) dos pacientes do Grupo Caso realizando o teste do bloco de Coleman com o Grupo Controle em posição ortostática.

4.12 Método estatístico

A confiabilidade intraobservador e interobservador foram realizadas pelo Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC). A concordância entre as duas medidas feitas para cada variável foi avaliada pelo coeficiente de correlação intraclassa utilizando o modelo one way e seu resultado foi apresentado com o valor do índice de correlação, com seu intervalo de confiança de 95% e com a significância do teste estatístico para a hipótese nula de não correlação⁶³. O nível de significância considerado foi de 5% ($p < 0,05$) em todos os testes. Resultados

menores que 0,4 foram classificados como ruins, entre 0,41 e 0,6 como razoável, entre 0,61 e 0,75 como bom e entre 0,76 e 1 como excelentes.

A heterogeneidade entre os grupos foi avaliada pela comparação das médias do alinhamento clínico (WBCT-CHAA) e ósseo (FAO) do retropé em posição ortostática através do teste T de Student com intervalo de confiança de 95% ($p < 0,05$).

A análise do alinhamento clínico e ósseo do retropé do Grupo Caso em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman foi feita através das diferenças médias de cada mensuração tomográfica realizada. Para isso, a média das quatro avaliações dos dois observadores foi realizada para cada medida com intervalo de confiança de 95%. Após, foi realizada a diferença média de cada mensuração utilizando o teste T de Student. O nível de significância considerado foi de 5% ($p < 0,05$).

Para análise do alinhamento clínico e ósseo do retropé do Grupo Caso com o Grupo Controle, foi realizado o mesmo método estatístico.

4.13 Financiamento

O aparelho de WBCT foi adquirido pelo Laboratório Professor Manlio Mario Marco Napoli através 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.

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

O gênero e idade dos participantes dos Grupos estão presentes na **Tabela 1**. Dentre os diagnósticos dos pacientes do Grupo Caso, sete apresentavam tendinopatia dos fibulares; cinco, tendinopatia do tendão calcâneo; cinco, fascite plantar e três, metatarsalgia.

Tabela 1 - Dados epidemiológicos dos Grupos

	Grupo Controle	Grupo Caso
Gênero (M/F)	15 / 5	16 / 4
Idade	34,6	44,6

Abreviações: M: Masculino; F Feminino.

Em todas as avaliações, as correlações intraclasse intra e interobservador observadas foram classificadas como boas e excelentes (**Tabela 2 e 3**). Ao comparar as mensurações do Grupo Caso em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman, foi observada diferença estatisticamente significativa apenas na avaliação clínica (WBCT-CHAA) e no FAO. Não foi observada diferença estatisticamente significativa nas avaliações do HAA, TCA E SVA (**Tabela 4 e 5**). Durante comparação entre o Grupo Controle em posição ortostática e o Grupo Caso realizando o teste do bloco de Coleman, foi observada diferença estatisticamente significativa em todas as avaliações.

Tabela 2 - Coeficiente de correlação intraclasse intraobservador 1 e 2 (ICC)

	WBCT-CHAA	FAO	HAA	TCA	SVA	p
Observador 1	0,9	0,98	0,98	0,98	0,97	p<0.05
Observador 2	0,96	0,99	0,97	0,99	0,98	

Abreviações: WBCT-CHAA Weight Bearing Computed Tomography - Clinical Hindfoot Alignment Angle; FAO: Índice Tornozelo-Pé (%); HAA: Ângulo de alinhamento do retropé; TCA: Ângulo talocalcaneal, SVA: Ângulo vertical da subtalar.

Tabela 3 - Coeficiente de correlação intraclasse interobservador (ICC)

WBCT-CHAA	FAO	HAA	TCA	SVA	p
0,61	0,96	0,94	0,98	0,97	p<0,05

Abreviações: WBCT-CHAA Weight Bearing Computed Tomography - Clinical Hindfoot Alignment Angle; FAO: Índice Tornozelo-Pé (%); HAA: Ângulo de alinhamento do retropé; TCA: Ângulo talocalcaneal, SVA: Ângulo vertical da subtalar.

Tabela 4 - Médias das avaliações tomográficas do Grupo Controle em posição ortostática e Grupo Caso em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman

Grupo	Posição	WBCT-CHAA	FAO	HAA	TCA	SVA
Controle	Ortostática	5,6 (5,2 – 6,1)	2,8 (2,5 – 3,2)	5,1° (4,1 – 6,1)	3,8° (2,9 – 4,8)	102,5° (101,6 – 103,7)
Caso	Ortostática	-5 (-5,5 - -4,5)	-3,2 (-3,5 – -2,9)	1,6° (0,5 – 2,7)	0° (-1,1 – 1)	100° (98,5 – 101,6)
Caso	Teste do bloco de Coleman	4,7 (4,2 – 5,2)	-0,6 (-0,9 - -0,3)	1,8° (0,7 – 2,9)	-0,4 (-1,4 – 0,6)	99,3° (98 – 100,3)

Abreviações: WBCT-CHAA Weight Bearing Computed Tomography - Clinical Hindfoot Alignment Angle; FAO: Índice tornozelo-pé (%); HAA: Ângulo de alinhamento do retropé; TCA: Ângulo talocalcaneal, SVA: Ângulo vertical da subtalar.

Tabela 5 - Diferença média das mensurações tomográficas do alinhamento do retropé do Grupo Caso em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman

	WBCT-CHAA	FAO	HAA	TCA	SVA
Dif. Média	9,7°	2,6%	0,2°	- 0,7°	- 0,3°
p	<0,05	<0,05	0,81	0,6	0,44

Abreviações: WBCT-CHAA Weight Bearing Computed Tomography - Clinical Hindfoot Alignment Angle; FAO: Índice tornozelo-pé (%); HAA: Ângulo de alinhamento do retropé; TCA: Ângulo talocalcaneal, SVA: Ângulo vertical da subtalar.

Tabela 6 - Diferença média das mensurações tomográficas do Grupo Controle em posição ortostática e do Grupo Caso realizando o teste do bloco de Coleman

	WBCT-CHAA	FAO	HAA	TCA	SVA
Dif. Média	0,9°	3,4%	3,3°	4,2°	3,1°
p	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Abreviações: WBCT-CHAA Weight Bearing Computed Tomography - Clinical Hindfoot Alignment Angle; FAO: Índice Tornozelo-Pé (%); HAA: Ângulo de alinhamento do retropé; TCA: Ângulo talocalcaneal, SVA: Ângulo vertical da subtalar

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

O pé cavovaro é uma deformidade multiplanar e está associado ao aumento de lesões devido sua característica biomecânica. Lesões como instabilidade lateral do tornozelo, dor na coluna lateral do pé, lesão dos tendões fibulares e até fraturas por estresse do quinto metatarso são comuns nesses pacientes⁶⁴. Artigos relacionam o sinal do *peek-a-boo* como ponto chave para o diagnóstico da deformidade em varo do retropé^{24,64}. **Abbasian e Pomeroy**²⁵, em artigo de revisão sobre a deformidade sutil do pé cavovaro, argumentam que após visualização do sinal do *peek-a-boo*, é imperativo realizar a inspeção posterior do retropé, visualizando o desvio medial do calcâneo em relação ao eixo da perna e a realização do teste do bloco de Coleman para avaliar sua flexibilidade. Neste trabalho, todos os pacientes do Grupo de Caso apresentaram sinal do *peek-a-boo*, retropé varo em posição ortostática e flexibilidade do retropé ao realizar o teste do bloco de Coleman. Em nossa amostra, observamos o alinhamento clínico do retropé pela medida WBCT-CHAA, com valor médio de 5,6 graus de valgo nos indivíduos do Grupo Controle e – 5 graus de varo nos pacientes do Grupo Caso ($p < 0,05$). Os pacientes do Grupo Caso, quando submetidos ao teste do bloco de Coleman, apresentaram alinhamento clínico médio do retropé de 4,7 graus de valgo, demonstrando segundo Coleman, flexibilidade do retropé.

Em um trabalho retrospectivo, **Lintz et al.**⁶⁵ avaliaram 135 tomografias computadorizadas com carga de pacientes. Foi considerado através de análise clínica que, em sua amostra, havia 57 retropés neutros, 38 varos e 40 valgos. Os autores concluíram que o FAO médio da amostra analisada para retropés neutros foram de 2,3% e de -11,6% para retropés varos. Durante análise do alinhamento ósseo tridimensional de nossa amostra, foi observado um FAO médio de 2,8% e -3,2% para os pés normais e cavovaros flexíveis, respectivamente, com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Acreditamos que, por avaliarmos apenas pacientes com pés cavovaros flexíveis, o FAO médio de nossa amostra de pés cavovaros foi menor em relação ao estudo de **Lintz et al.**⁶⁵.

Durante análise do grupo de pacientes com pés cavovaros flexíveis em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman, foi observado aumento médio estatisticamente significativo do FAO de $-3,2$ para $-0,6\%$ ($p < 0,05$). Justificamos que esse aumento está relacionado ao FAO levar em consideração parâmetros do antepé para avaliação do alinhamento do retropé. Isso porque, ao comparar o ângulo de alinhamento do retropé (HAA) e o ângulo talocalcâneo (TCA) pelo eixo longo do domus talar (avaliação isolada do retropé) do Grupo Caso em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman, foi observada uma diferença média de $0,2$ e $0,7$ graus, respectivamente, sem diferença estatisticamente significativa entre as mensurações (**Painel 9**).

Painel 9 - Exemplo de HAA de paciente do Grupo Caso



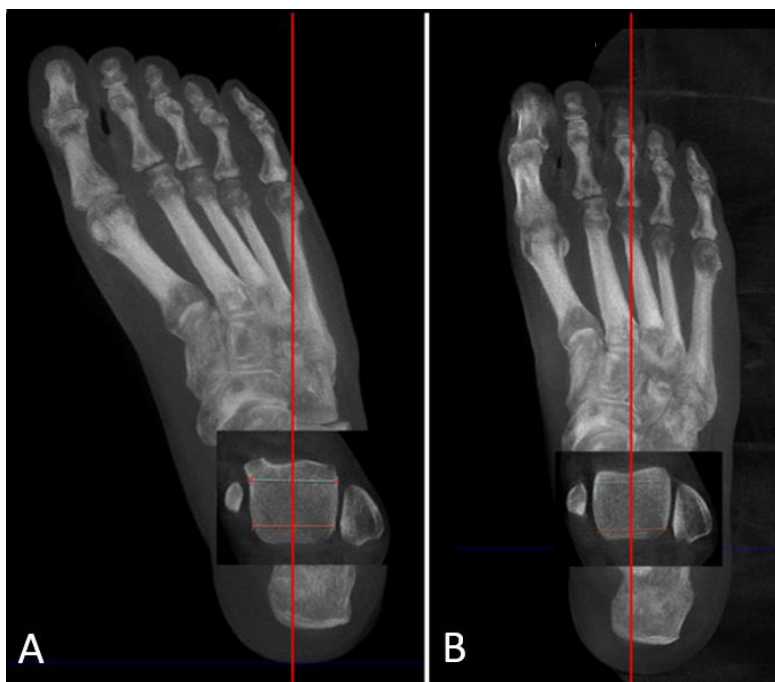
Figura 6. Mensurações do ângulo de alinhamento do retropé (HAA) de um paciente do grupo de pé cavovaro flexível - **A:** Em posição ortostática. **B:** Realizando o teste do Bloco de Coleman.

Fonte: Laboratório Professor Manlio Mario Marco Napoli - Tomografia computadorizada com carga (WBCT).

A mensuração do ângulo de alinhamento do retropé através de radiografias ainda é amplamente utilizada no mundo, isso deve-se pelo seu baixo custo e capacidade de ser realizada com carga⁶⁶. A metodologia de aquisição dessas imagens radiográficas torna o exame operador dependente, ou seja, o operador é o responsável pelo posicionamento do pé e do aparelho durante realização do exame, dessa forma, não levam em consideração o grau de adução e abdução do antepé e de rotação do tornozelo. Artigos têm mostrado

divergências na mensuração dos ângulos de alinhamento do retropé a depender de seu grau de rotação^{48,67}. Para minimizar vieses de mensuração, foi optado por padronizar o eixo sagital tomográfico do pé pelo eixo longo do domus talar. Dessa forma, erros de posicionamento do pé ou presença de deformidades no antepé são minimizadas, tornando-se possível uma análise isolada do retropé. Em nossa amostra, apenas foi possível observar alterações no alinhamento do retropé nas mensurações onde o antepé foi utilizado como parâmetro para análise do alinhamento do retropé, inferindo assim que a flexibilidade desses pés se encontra no antepé. **O Painel 10** exemplifica os dados observados através de imagens tomográficas espessadas no plano axial de um mesmo paciente com pé cavovaro flexível em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman, respectivamente.

Painel 10 - Eixo sagital de pé cavovaro em posição ortostática e realizando o teste do Bloco de Coleman



Painel 10. A e B: Imagens tomográficas no plano axial espessado mostrando o marcador de corte do plano sagital sobreposto ao eixo longo do domus talar no mesmo paciente em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman, respectivamente. O painel demonstra a importância de utilizar um parâmetro que não leve em consideração o antepé na avaliação do alinhamento do retropé.

Fonte: Laboratório Professor Manlio Mario Marco Napoli - Tomografia computadorizada com carga (WBCT).

O ângulo vertical da subtalar (SVA) foi descrito em 2002, por **Van Bergeyk et al.**⁶⁸, em um trabalho utilizando uma tomografia com carga simulada. **Colin et al.**⁶⁰, em 2014, utilizando a tecnologia de tomografia com carga (WBCT), realizaram a mensuração do SVA em 59 pacientes voluntários sem doenças no pé e tornozelo. Para isso, padronizaram como o eixo do plano sagital uma linha que percorre do ponto central do calcâneo ao centro da cabeça do segundo metatarso, utilizando, assim, o antepé como parâmetro do eixo sagital. Os autores realizaram três cortes coronais na articulação subtalar (centro, cinco milímetros anterior e posterior ao centro da subtalar) para avaliar o SVA em três topografias diferentes da subtalar. Foi observada diferença na morfologia da faceta posterior e no SVA de sua amostra em todos os cortes. Além disso, quando comparada a mensuração central com as demais avaliações anterior e posterior da faceta posterior do calcâneo, foi possível também observar diferenças angulares relevantes⁶⁰. Em nossa amostra, ao comparar o grupo de pés cavovavos em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman, não foi observada diferença estatisticamente significativa (**Tabela 4**). Esse dado era esperado pois o eixo longo do domus talar foi utilizado como referência para o eixo sagital do pé, dessa forma, o tálus foi sempre avaliado pelo mesmo ângulo. O **Painel 11** mostra um corte tomográfico do tálus de um paciente com pé cavovaro no mesmo formato quando avaliado em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman. Acreditamos que a enorme variabilidade de formatos e angulações da subtalar observada por **Colin et al.**⁶⁰, em 2014, está relacionada ao eixo sagital tomográfico padronizado pelos autores ao levar em consideração o parâmetro do antepé. Utilizar parâmetros do antepé para avaliação angular do retropé faz com que o retropé seja avaliado por diferentes planos sagitais, dependendo do grau de adução ou abdução do antepé em relação ao retropé.

Painel 11 - Exemplo de SVA de paciente do Grupo Caso



Painel 11. A e B: Mensurações do SVA de um paciente com pé cavovaro flexível avaliado em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman, respectivamente.

Fonte: Laboratório Professor Manlio Mario Marco Napoli - Tomografia computadorizada com carga (WBCT).

Foran et al.³⁰ publicaram artigo semelhante ao proposto neste trabalho. Avaliaram seis pés com deformidade em pé cavovaro de seis pacientes utilizando a tomografia computadorizada com carga, com FAO médio de -11,3%. Observaram clinicamente, ao submeter os pacientes ao teste do bloco de Coleman, redução do varismo do retropé de -10 para -6 graus de varo, não sendo observada neutralização da deformidade do retropé em nenhum caso. Durante análise tomográfica, utilizaram três métodos para avaliar o alinhamento do retropé: mensuração manual utilizando como parâmetro tomográfico o eixo longo da tíbia e o ponto de apoio do calcâneo, mensuração do alinhamento do retropé semiautomática e o FAO. Para mensuração manual, não há relatos descritos sobre padronização do corte sagital do pé e para as demais foi utilizada a ferramenta Talas que utiliza o antepé como parâmetro na avaliação semiautomática do alinhamento do retropé. Os autores observaram redução média de 4,9 graus do varo do retropé nas mensurações manuais do alinhamento do retropé, de 3,2 graus nas mensurações semiautomáticas do alinhamento do retropé e aumento de 1,4% do FAO. Através do FAO, podemos

inferir que sua amostra apresentava deformidade mais grave comparada com nossa amostra. Ademais, os pacientes avaliados por **Foran et al.**³⁰ apresentavam deformidades rígidas, visto que não houve correção total do varismo do retropé na avaliação clínica e mínima redução do ângulo de alinhamento do retropé na avaliação semiautomática, com média de -33,4 e -30,2 graus de varo em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman, respectivamente. Em nossa amostra, os pacientes com pés cavovaros flexíveis realizando o teste do bloco de Coleman sofreram uma valgização clínica média de 9,7 graus e aumento médio de 2,6% no FAO, estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Por outro lado, não observamos em nossa amostra alteração no HAA, TCA e SVA. Dessa forma, assim como **Bernasconi et al.**⁵⁶, apenas observamos flexibilidade quando utilizado o antepé como parâmetro na avaliação do retropé.

Myerson e Myerson²⁸, em artigo intitulado “Pé cavo: Decidindo entre osteotomia e artrodese”, observaram uma correção cirúrgica insatisfatória em 65% dos 172 pés cavovaros flexíveis realizando o teste do bloco de Coleman submetidos à correção cirúrgica. Os autores responsabilizam esse elevado grau de insatisfação devido ao teste do bloco de Coleman e preferem avaliar a flexibilidade do pé cavovaro de maneira manual. A avaliação manual, segundo os autores, mostra de maneira mais clara o quanto a mobilização passiva do retropé influencia na posição do antepé. Em nossa amostra, ao compararmos o Grupo Controle em posição ortostática com o Grupo Caso realizando o teste do bloco de Coleman, foi observada diferença estatisticamente significantes em todas as mensurações. Esse dado demonstra que mesmo havendo valgização clínica e aumento do FAO com diferença estatisticamente significativa no grupo de pés cavovaros ao serem submetidos ao teste do bloco de Coleman, essas alterações angulares não foram suficientes para tornarem semelhantes ao Grupo Controle. Acreditamos que esse pode ser o motivo de diversos trabalhos mostrarem correções insatisfatórias ao realizar apenas a osteotomia de elevação do primeiro raio³⁴⁻³⁶.

Este trabalho possui limitações. A primeira limitação refere-se à avaliação de apenas pacientes com diagnóstico de pés cavovaros flexíveis. Seria importante, em estudos futuros, investigar o alinhamento do retropé em

pacientes com diagnóstico de pé cavovaro rígido. A segunda limitação refere-se a não avaliarmos o papel dos achados na tomada de decisão terapêutica nos pacientes estudados. A terceira limitação é o não pareamento da idade dos Grupos.

É necessário realizar investigações prospectivas e longitudinais para avaliar o impacto desses achados no planejamento cirúrgico, na correção da deformidade e nos resultados clínicos em pacientes com diagnósticos de pé cavovaro idiopático.

7 CONCLUSÃO

7 CONCLUSÃO

Concluimos que, na amostra estudada de pacientes com pés cavovaros flexíveis submetidos à análise do alinhamento do retropé em posição ortostática e realizando o teste do bloco de Coleman através da WBCT, houve uma correção média do alinhamento clínico do retropé de 9,7 graus. ($p < 0,05$). No entanto, não houve correção estatisticamente significativa do alinhamento ósseo nas mensurações HAA, TCA e SVA nas quais o retropé foi avaliado isoladamente.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

1. Nogueira MP, Farcetta F, Zuccon A. Cavus foot. *Foot Ankle Clin.* 2015 Dec;20(4):645–56.
2. Krähenbühl N, Weinberg MW. Anatomy and biomechanics of cavovarus deformity. *Foot Ankle Clin.* 2019 Jun;24(2):173–81.
3. Myerson MS, Myerson CL. Managing the complex cavus foot deformity. *Foot Ankle Clin.* 2020 Jun;25(2):305–17.
4. Schuberth JM, Babu-Spencer N. The impact of the first ray in the cavovarus foot. *Clin Podiatr Med Surg.* 2009 Jul;26(3):385–93, Table of Contents.
5. Rosenbaum AJ, Lisella J, Patel N, Phillips N. The cavus foot. *Med Clin North Am.* 2014 Mar;98(2):301–12.
6. Coleman SS, Chesnut WJ. A simple test for hindfoot flexibility in the cavovarus foot. *Clin Orthop Relat Res.* 1977;(123):60–2.
7. Burns J, Crosbie J, Ouvrier R, Hunt A. Effective orthotic therapy for the painful cavus foot: a randomized controlled trial. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2006;96(3):205–11.
8. Choi JK, Cha EJ, Kim KA, Won Y, Kim JJ. Effects of custom-made insoles on idiopathic pes cavus foot during walking. *Biomed Mater Eng.* 2015;26 Suppl 1:S705-15.
9. Dreher T, Beckmann NA, Wenz W. Surgical treatment of severe cavovarus foot deformity in Charcot-Marie-Tooth disease. *JBJS Essent Surg Tech.* 2015 May 27;5(2):e11.
10. Zide JR, Myerson MS. Arthrodesis for the cavus foot: when, where, and how? *Foot Ankle Clin.* 2013 Dec;18(4):755–67.
11. Kim BS. Reconstruction of cavus foot: a review. *Open Orthop J.* 2017;11:651–9.
12. Godoy-Santos AL, Cesar Netto C de. Weight-bearing computed tomography of the foot and ankle: an update and future directions. *Acta Ortop Bras.* 2018 Apr;26(2):135–9.
13. 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;3(5):278–86.
14. Ledoux WR, Shofer JB, Ahroni JH, Smith DG, Sangeorzan BJ, Boyko EJ. Biomechanical differences among pes cavus, neutrally aligned, and pes

-
- planus feet in subjects with diabetes. *Foot Ankle Int.* 2003 Nov;24(11):845–50.
15. Aminian A, Sangeorzan BJ. The anatomy of cavus foot deformity. *Foot Ankle Clin.* 2008 Jun;13(2):191–8, v.
 16. Qin B, Wu S, Zhang H. Evaluation and management of cavus foot in adults: a narrative review. *J Clin Med.* 2022 Jun 26;11(13).
 17. Welton EA. The Harris and Beath footprint: interpretation and clinical value. *Foot Ankle.* 1992 Oct;13(8):462–8.
 18. Walker M, Fan HJ. Relationship between foot pressure pattern and foot type. *Foot Ankle Int.* 1998 Jun;19(6):379–83.
 19. Brewerton DA, Sandifer PH, Sweetnam DR. “Idiopathic” pes cavus. *BMJ.* 1963 Sep 14;2(5358):659–61.
 20. Helliwell TR, Tynan M, Hayward M, Klenerman L, Whitehouse G, Edwards RHT. The pathology of the lower leg muscles in pure forefoot pes cavus. *Acta Neuropathol.* 1995;89(6):552–9.
 21. Jahss MH. Evaluation of the cavus foot for orthopedic treatment. *Clin Orthop Relat Res.* 1983 Dec;(181):52–63.
 22. Beals TC, Manoli A. The ‘peek-a-boo’ heel sign in the evaluation of hindfoot varus. *The Foot.* 1996 Dec;6(4):205–6.
 23. Statler TK, Tullis BL. Pes cavus. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2005;95(1):42–52.
 24. Manoli A, Graham B. The Subtle cavus foot, “the underpronator,” a Review. *Foot Ankle Int.* 2005 Mar 28;26(3):256–63.
 25. Abbasian A, Pomeroy G. The idiopathic cavus foot—not so subtle after all. *Foot Ankle Clin.* 2013 Dec;18(4):629–42.
 26. Faldini C, Traina F, Nanni M, Mazzotti A, Calamelli C, Fabbri D, et al. Surgical treatment of cavus foot in Charcot-Marie-Tooth Disease: a review of twenty-four cases. *Journal of Bone and Joint Surgery.* 2015 Mar 18;97(6):e30.
 27. LaClair SM. Reconstruction of the varus ankle from soft-tissue procedures with osteotomy through arthrodesis. *Foot Ankle Clin.* 2007 Mar;12(1):153–76.
 28. Myerson MS, Myerson CL. Cavus foot. *Foot Ankle Clin.* 2019 Jun;24(2):347–60.
 29. Akoh CC, Phisitkul P. Clinical Examination and radiographic assessment of the cavus foot. *Foot Ankle Clin.* 2019 Jun;24(2):183–93.
-

-
30. Foran IM, Mehraban N, Jacobsen SK, Bohl DD, Lin J, Hamid KS, et al. Impact of Coleman block test on adult hindfoot alignment assessed by clinical examination, radiography, and weight-bearing computed tomography. *Foot Ankle Orthop.* 2020 Jul 1;5(3):247301142093326.
 31. Hawke F, Burns J, Radford JA, du Toit V. Custom-made foot orthoses for the treatment of foot pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2008 Jul 16;
 32. Wegener C, Burns J, Penkala S, Sc GDES. Effect of neutral-cushioned running shoes on plantar pressure loading and comfort in athletes with cavus feet. *Am J Sports Med.* 2008 Nov 24;36(11):2139–46.
 33. Fortin PT, Joseph G, Manoli A. Idiopathic cavovarus and lateral ankle instability: recognition and treatment implications relating to ankle arthritis. *Foot Ankle Int.* 2002 Nov 17;23(11):1031–7.
 34. Ward CM, Dolan LA, Bennett DL, Morcuende JA, Cooper RR. Long-term results of reconstruction for treatment of a flexible cavovarus foot in charcot-marie-tooth disease. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume.* 2008 Dec;90(12):2631–42.
 35. Leeuwesteijn AEEP, de Visser E, Louwerens JWK. Flexible cavovarus feet in Charcot-Marie-Tooth disease treated with first ray proximal dorsiflexion osteotomy combined with soft tissue surgery: A short-term to mid-term outcome study. *Foot and Ankle Surgery.* 2010 Sep;16(3):142–7.
 36. Kroon M, Faber FWM, van der Linden M. Joint Preservation surgery for correction of flexible pes cavovarus in adults. *Foot Ankle Int.* 2010 Jan 1;31(1):24–9.
 37. Donatelli R. Normal biomechanics of the foot and ankle. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 1985 Nov;7(3):91–5.
 38. Haight HJ, Dahm DL, Smith J, Krause DA. Measuring standing hindfoot alignment: reliability of goniometric and visual measurements. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005 Mar;86(3):571–5.
 39. Harris RI, Beath T. Hypermobility flat-foot with short tendo achillis. *J Bone Joint Surg Am.* 1948 Jan;30A(1):116–40.
 40. Kleiger B, Mankin HJ. A roentgenographic study of the development of the calcaneus by means of the posterior tangential view. *J Bone Joint Surg.* 1961 Oct;43(7):961–9.
 41. Cobey JC. Posterior roentgenogram of the foot. *Clin Orthop Relat Res.* 1976;(118):202–7.
 42. Saltzman CL, El-Khoury GY. The hindfoot alignment view. *Foot Ankle Int.* 1995 Sep 28;16(9):572–6.
-

-
43. Johnson JE, Lamdan R, Granberry WF, Harris GF, Carrera GF. Hindfoot coronal alignment: a modified radiographic method. *Foot Ankle Int.* 1999 Dec 28;20(12):818–25.
 44. Lamm BM, Mendicino RW, Catanzariti AR, Hillstrom HJ. Static rearfoot alignment. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2005 Jan 1;95(1):26–33.
 45. Mendicino RW, Catanzariti AR, John S, Child B, Lamm BM. Long leg calcaneal axial and hindfoot alignment radiographic views for frontal plane assessment. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2008 Jan 1;98(1):75–8.
 46. Buck FM, Hoffmann A, Mamisch-Saupe N, Espinosa N, Resnick D, Hodler J. Hindfoot Alignment measurements: rotation-stability of measurement techniques on hindfoot alignment view and long axial view radiographs. *American Journal of Roentgenology.* 2011 Sep;197(3):578–82.
 47. Lintz F, Barton T, Millet M, Harries WJ, Hepple S, Winson IG. Ground Reaction force calcaneal offset: a new measurement of hindfoot alignment. *Foot and Ankle Surgery.* 2012 Mar;18(1):9–14.
 48. Baverel L, Brillhault J, Odri G, Boissard M, Lintz F. Influence of lower limb rotation on hindfoot alignment using a conventional two-dimensional radiographic technique. *Foot and Ankle Surgery.* 2017 Mar;23(1):44–9.
 49. Carrino JA, Al Muhit A, Zbijewski W, Thawait GK, Stayman JW, Packard N et al. Dedicated cone-beam CT system for extremity imaging. *Radiology.* 2014 Mar;270(3):816–24.
 50. Tuominen EKJ, Kankare J, Koskinen SK, Mattila KT. Weight-Bearing CT Imaging of the Lower extremity. *American Journal of Roentgenology.* 2013 Jan;200(1):146–8.
 51. Hirschmann A, Pfirrmann CWA, Klammer G, Espinosa N, Buck FM. Upright cone CT of the hindfoot: comparison of the non-weight-bearing with the upright weight-bearing position. *Eur Radiol.* 2014 Mar 26;24(3):553–8.
 52. Richter M, Seidl B, Zech S, Hahn S. PedCAT for 3D-imaging in standing position allows for more accurate bone position (angle) measurement than radiographs or CT. *Foot and Ankle Surgery.* 2014 Sep;20(3):201–7.
 53. Lintz F, Welck M, Bernasconi A, Thornton J, Cullen NP, Singh D et al. 3D biometrics for hindfoot alignment using weightbearing CT. *Foot Ankle Int.* 2017 Jun 9;38(6):684–9.
 54. Burssens A, Van Herzele E, Leenders T, Clockaerts S, Buedts K, Vandeputte G et al. Weightbearing CT in normal hindfoot alignment — Presence of a constitutional valgus? *Foot and Ankle Surgery.* 2018 Jun;24(3):213–8.
-

-
55. Zhang JZ, Lintz F, Bernasconi A, Zhang S. 3D biometrics for hindfoot alignment using weightbearing computed tomography. *Foot Ankle Int.* 2019 Jun 10;40(6):720–6.
 56. Bernasconi A, Cooper L, Lyle S, Patel S, Cullen N, Singh D et al. Intraobserver and interobserver reliability of cone beam weightbearing semi-automatic three-dimensional measurements in symptomatic pes cavovarus. *Foot and Ankle Surgery.* 2020 Jul;26(5):564–72.
 57. Lôbo CFT, Bordalo-rodrigues M, Godoy-Santos AL, Gobbi RG, Cesar Netto C de, Burssens A et al. Weight-bearing cone beam CT scans and its uses in ankle, foot, and knee: an update article. *Acta Ortop Bras.* 2021 Apr;29(2):105–10.
 58. Shakoor D, de Cesar Netto C, Thawait GK, Ellis SJ, Richter M, Schon LC et al. Weight-bearing radiographs and cone-beam computed tomography examinations in adult acquired flatfoot deformity. *Foot and Ankle Surgery.* 2021 Feb;27(2):201–6.
 59. De Cesar Netto C, Shakoor D, Roberts L, Chinanuvathana A, Mousavian A, Lintz F et al. Hindfoot alignment of adult acquired flatfoot deformity: A comparison of clinical assessment and weightbearing cone beam CT examinations. *Foot and Ankle Surgery.* 2019 Dec;25(6):790–7.
 60. Colin F, Horn Lang T, Zwicky L, Hintermann B, Knupp M. subtalar joint configuration on weightbearing CT scan. *Foot Ankle Int.* 2014 Oct 11;35(10):1057–62.
 61. Burssens A, Van Herzele E, Leenders T, Clockaerts S, Buedts K, Vandeputte G et al. Weightbearing CT in normal hindfoot alignment — Presence of a constitutional valgus? *Foot and Ankle Surgery.* 2018;24(3):213–8.
 62. Colin F, Horn Lang T, Zwicky L, Hintermann B, Knupp M. Subtalar joint configuration on weightbearing CT scan. *Foot Ankle Int.* 2014 Oct 11;35(10):1057–62.
 63. McGraw KO, Wong SP. Forming inferences about some intraclass correlation coefficients. *Psychol Methods.* 1996;1(1):30–46.
 64. Deben SE, Pomeroy GC. Subtle cavus foot. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons.* 2014 Aug;22(8):512–20.
 65. Lintz F, Bernasconi A, Mehdi N, de Cesar Netto C, Baschet L, Richter M. Weightbearing CT analysis of hindfoot alignment in chronic lateral ankle instability. *Foot Ankle Orthop.* 2017 Sep 1;2(3):2473011417S0000.
 66. Godoy-Santos AL, Bernasconi A, Bordalo-Rodrigues M, Lintz F, Lôbo CFT, Netto C de C. Weight-bearing cone-beam computed tomography in the foot and ankle specialty: where we are and where we are going - an update. *Radiol Bras.* 2021 Jun;54(3):177–84.
-

Referências

-
67. Cobey JC, Sella E. Standardizing methods of measurement of foot shape by including the effects of subtalar rotation. *Foot Ankle*. 1981 Jul 30;2(1):30–6.
 68. Van Bergeyk AB, Van Younger A, Van Carson B. CT Analysis of hindfoot alignment in chronic lateral ankle instability. *Foot Ankle Int*. 2002 Jan 26;23(1):37–42.

ANEXOS

ANEXOS**Anexo 1**

Memo/CC-DOT/18/2019

DEPARTAMENTO DE ORTOPEdia E TRAUMATOLOGIA
Prof. Dr. Tarcísio E.P. Barros Filho
Prof. Dr. Olavo Pires de Camargo
Prof. Dr. Gilberto Luís Camanho

APROVAÇÃO

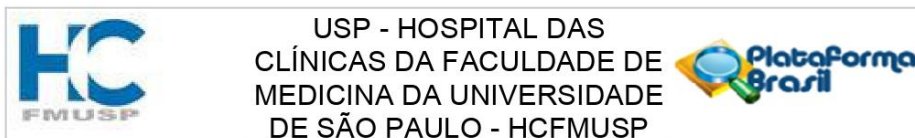
A Comissão Científica do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo **APROVOU** nesta data a **EMENDA** (proposta de mestrado) intitulada "*Estudo comparativo da acurácia diagnóstica entre o teste de Coleman e a Tomografia Computadorizada com carga no pé cavo-varo flexível secundário a doença de Charcot-Marie-Tooth*", referente ao Protocolo de Pesquisa IOT nº 1329 – SGP 6050 "*Avaliação comparativa das medidas das deformidades mais prevalentes do tornozelo e pé utilizando tomografia computadorizada de feixe cônico com carga e convencional*", apresentada pelos pesquisadores Prof. Alexandre Leme Godoy dos Santos e Eduardo Araújo Pires.

Os pesquisadores deverão elaborar e apresentar à Comissão Científica do DOT/FMUSP, o relatório final ou a publicação sobre a pesquisa.

São Paulo, 03 de maio de 2019.

Prof. Raphael Martus Marcon
Presidente
Comissão Científica – DOT

Anexo 2



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Avaliação comparativa das medidas das deformidades angulares mais prevalentes no tornozelo e no pé utilizando tomografia computadorizada de feixe cônico com carga e convencional.

Pesquisador: Alexandre Leme Godoy dos Santos

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 95702918.5.0000.0068

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

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.802.446

Apresentação do Projeto:

Na área de atuação tornozelo e pé, a investigação por imagem é de fundamental importância para auxiliar o diagnóstico, para a decisão terapêutica

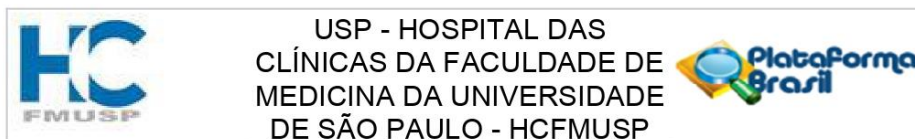
e para a avaliação dos resultados funcionais. Os recursos mais utilizados são: radiografias convencional com carga, ultrassonografia, tomografia computadorizada convencional sem carga (NWBTC), ressonância magnética (RM).

A investigação diagnóstica inicial é frequentemente realizada através de radiografias convencionais com carga, na tentativa de reproduzir, da forma mais precisa, as relações ósseas tridimensionais do tornozelo e do pé. Contudo, para muitas situações as informações adquiridas com o método são limitadas - principalmente no que se refere aos diferentes planos do tornozelo e do pé - e habitualmente precisam ser complementadas para correta decisão terapêutica.

A escolha da investigação por imagem complementar é baseada em alguns critérios como: disponibilidade, sensibilidade e especificidade do método, custo e efeitos adversos/segurança - incluindo exposição a radiação.

Nesse cenário, a NWBTC permite a aquisição de imagens de alta resolução em diferentes eixos do tornozelo e do pé, geralmente utilizadas para

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



Continuação do Parecer: 5.802.446

avaliação de fraturas, alterações degenerativas, consolidação óssea e planejamento cirúrgico para osteotomias, artrodeses e artroplastias.

Entretanto, uma grande limitação da NWBCT é a incapacidade de reproduzir imagens do tornozelo e do pé submetidos a carga do peso corporal.

Na ausência de suporte do peso corporal do paciente, o alinhamento verdadeiro não é mensurado de forma adequada. Portanto, esse recurso de

imagem mostra-se limitado principalmente nos cenários relacionados a desvio de eixos, deformidades flexíveis e degenerações osteoarticulares

como pé plano valgo adquirido, pé cavo varo, neuroartropatia de Charcot, deformidades osteoarticulares, pé diabético e instabilidades ligamentares dinâmicas.

Muitos pesquisadores se esforçaram para desenvolver métodos auxiliares para simular o suporte do peso corporal pelo tornozelo e pé, utilizando

diferentes estratégias. As deficiências das condições simuladas de descarga de peso, reconhecidas pelos autores, infelizmente não solucionaram a

limitação da TC convencional.

Soma-se a isso o fato de que os dispositivos que simulam carga corporal são geralmente de aplicação passiva de força, apresentam baixo padrão

de reprodutibilidade, e não permitem ação das forças musculares ativas que atuam durante a posição ortostática fisiológica.

Nesse sentido, o conceito de visualizar o alinhamento relativo dos ossos do tornozelo e do pé com uma tomografia computadorizada com a carga do

peso corporal (WBCT) foi desenvolvido na última década; a tecnologia da tomografia computadorizada de feixe cônico com carga mostrou-se

factível e com alta reprodutibilidade da situação real do tornozelo e pé com carga corporal.

Objetivo da Pesquisa:

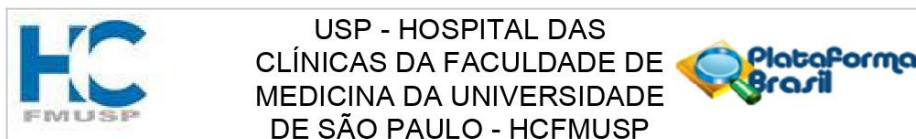
Hipótese: A tomografia computadorizada com carga permite diagnóstico mais específico e completo das deformidades osteoarticulares do tornozelo

e do pé com impacto direto na decisão terapêutica dos pacientes que apresentam tais deformidades.

Objetivo Primário:

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

Página 02 de 05



Continuação do Parecer: 5.802.446

Primário: avaliar comparativamente as medidas de relações entre os ossos do tornozelo e do pé nas deformidades angulares prevalentes nessa topografia corporal utilizando a tomografia computadorizada de feixe cônico com carga e convencional.

Objetivo Secundário:

Secundário: avaliar a porcentagem de modificação na decisão terapêutica dos casos avaliados

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Sem alteração de risco em relação ao projeto original aprovado. Trata-se de subgrupo do projeto original que será utilizado para um projeto de Mestrado.

Riscos:

Riscos para o paciente

A tomografia computadorizada não apresenta risco para o paciente, é um exame padronizado há muito anos. O exame apresenta uma carga de radiação semelhante a uma radiografia comum.

Os pacientes que apresentarem alguma contra-indicação da realização do exame, serão excluídos na fase inicial.

Benefícios:

Benefícios esperados

A pesquisa traz como benefício, a utilização da tomografia computadorizada com carga no diagnóstico das deformidades do pé e tornozelo que permitirá o planejamento cirúrgico mais preciso e adequado da deformidade.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Sem alteração de risco em relação ao projeto original aprovado. Trata-se de subgrupo do projeto original que será utilizado para um projeto de Mestrado.

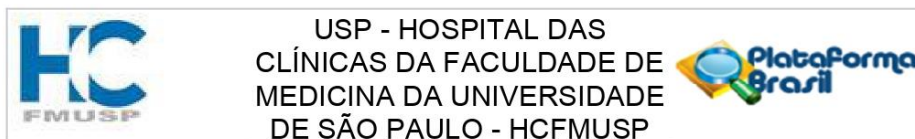
Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

adequados. mantido o TCLE.

Recomendações:

aprovar. Sem alteração de risco em relação ao projeto original aprovado. Trata-se de subgrupo do

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



Continuação do Parecer: 5.802.446

projeto original que será utilizado para um projeto de Mestrado.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_2044320_E1.pdf	03/11/2022 10:20:30		Aceito
Solicitação registrada pelo CEP	emenda1329_aprovada_sgp.pdf	03/11/2022 10:18:15	Alexandre Leme Godoy dos Santos	Aceito
Outros	Projeto_emenda.pdf	03/11/2022 10:12:53	Alexandre Leme Godoy dos Santos	Aceito
Outros	CUSTO.doc	10/08/2018 09:41:01	Alexandre Leme Godoy dos Santos	Aceito
Outros	ANVISA.pdf	10/08/2018 09:40:35	Alexandre Leme Godoy dos Santos	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	10/08/2018 09:40:05	Alexandre Leme Godoy dos Santos	Aceito
Outros	DOCUMENTOS.pdf	10/08/2018 09:39:51	Alexandre Leme Godoy dos Santos	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	10/08/2018 09:39:17	Alexandre Leme Godoy dos Santos	Aceito
Folha de Rosto	FOLHADEROSTO.pdf	10/08/2018 09:38:25	Alexandre Leme Godoy dos Santos	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoWBCT2018finalrAGPDF.pdf	08/05/2018 11:13:16	Alexandre Leme Godoy dos Santos	Aceito

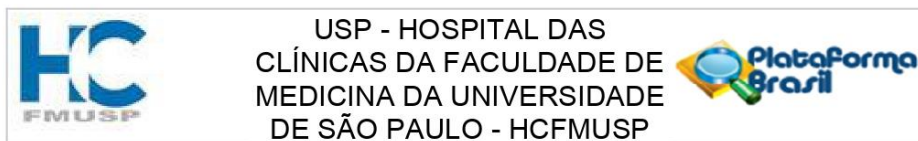
Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

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



Continuação do Parecer: 5.802.446

SAO PAULO, 08 de Dezembro de 2022

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

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

Página 05 de 05

Anexo 3**HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO-HCFMUSP**

1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I - DADOS DA PESQUISA

Título da pesquisa: **"Avaliação comparativa das medidas das deformidades mais prevalentes do tornozelo e pé utilizando tomografia computadorizada de feixe cônico com carga e convencional."**

Pesquisador principal – Prof. Dr. Alexandre Leme Godoy dos Santos

Departamento/Instituto – Instituto de Ortopedia e Traumatologia do HCFMUSP

**II – EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PACIENTE OU SEU REPRESENTANTE LEGAL
SOBRE A PESQUISA:**

O(A) senhor(a) está sendo convidado(a) para participar deste estudo que tem como objetivo melhorar o diagnóstico e tratamento das deformidades mais frequentes do pé e do tornozelo, com o auxílio de uma nova técnica de tomografia computadorizada.

Atualmente aqui no hospital, a maioria dos pacientes que vão passar por uma cirurgia no tornozelo e pé têm que fazer uma tomografia computadorizada tradicional para estudo das posições dos ossos e planejamento da cirurgia. O nosso hospital disponibilizará uma nova tomografia computadorizada que permite que o exame seja feito com o(a) paciente em pé e não deitado, como é feita na forma tradicional.

Assim, o(a) senhor(a) será submetido(a) ao exame de imagem que é realizado de uma nova forma com o(a) paciente em pé e não deitado. Vamos avaliar as relações da sua anatomia dos ossos do pé e do tornozelo com a seu peso corporal agindo sobre o pé. Além disso vamos comparar essa nova técnica com os outros exames de imagem convencionais que o(a) senhor(a) já realizou.

Atualmente não temos um método preciso e detalhado para avaliar como os ossos do pé se comportam quando submetidos a carga do corpo humano. O objetivo desse novo exame é para o médico ter informações diagnósticas mais precisas, mais próximas a realidade e, dessa forma, planejarmos seu tratamento de maneira mais precisa e adequada para o seu caso.

Os incômodos que o(a) senhor(a) terá participando desse trabalho são: os exames são de rápida execução, mas, o(a) senhor(a) terá que ir até o Departamento de Imagem do Instituto de Ortopedia e Traumatologia da USP para realizá-lo.

O único risco adicional que o(a) senhor(a) está exposto por participar desse estudo é a radiação da tomografia. Como o(a) senhor(a) já teria que fazer uma tomografia antes da cirurgia mesmo se não

participasse do estudo (faz parte do planejamento médico para se fazer a melhor cirurgia possível), a diferença está na tomografia computadorizada com carga para compararmos os resultados e medirmos as diferenças em relação a decisão do tratamento da sua doença. Portanto o estudo é composto em: avaliação no ambulatório, realização da tomografia inicial, realização da tomografia computadorizada com carga, acompanhamento no ambulatório e fisioterapia.

Os riscos de a radiação causarem algum problema no seu corpo são muito baixos, pois o aparelho de tomografia computadorizada com carga é moderno e tem feixe cônico de radiação, o que diminui muito a dose que é insuficiente para causar alguma lesão que cause qualquer problema no seu organismo.

Dessa forma, queremos avaliar esse novo método de exame. O benefício que o(a) senhor(a) pode vir a ter ao optar por participar dessa pesquisa ocorrerá pelo diagnóstico correto da sua deformidade e receber um planejamento cirúrgico mais preciso.

O(A) senhor(a) tem plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma. O(A) senhor(a) receberá uma via desse termo de consentimento.

Ao aceitar fazer parte desta pesquisa, o(a) senhor(a) continuará recebendo a assistência médica e de reabilitação (fisioterapia) do mesmo modo que já recebe.

Sempre que tiver qualquer dúvida em relação ao procedimento cirúrgico ou seguimento, poderá a qualquer momento perguntar para um dos médicos de nossa equipe que esclarecerá as questões da melhor forma que puder.

Se por qualquer motivo o(a) senhor(a) desistir de participar da pesquisa, deve avisar um dos médicos do grupo de tornozelo e pé e sua decisão será respeitada. Ressaltamos ainda que, se sua opção for desistir ou não aceitar entrar na pesquisa, não haverá qualquer tipo de problema no seu acompanhamento, ou seja, continuará sendo tratado como todos os outros pacientes do nosso grupo, quer ele participe de uma pesquisa ou não.

Em nenhum momento usaremos seu nome, dados pessoais ou fotos que revelem sua identidade em trabalhos, publicações de revistas ou aulas e cursos de medicina.

Riscos para o paciente

A tomografia computadorizada não apresenta risco para o paciente, é um exame padronizado há muito anos. O exame apresenta uma carga de radiação semelhante a uma radiografia comum.

Os pacientes que apresentarem alguma contraindicação da realização do exame, serão excluídos na fase inicial.

Benefícios esperados

A pesquisa traz como benefício, a utilização da tomografia computadorizada com carga no diagnóstico das deformidades do pé e tornozelo que permitirá o planejamento cirúrgico mais preciso e adequado da deformidade.

Em qualquer etapa do estudo, o(a) senhor(a) terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de dúvidas. O principal investigador é o Dr Alexandre Leme Godoy dos Santos, que pode ser encontrado no endereço Rua Dr Ovídio Pires de Campos, 333 – 3º andar, Telefone(s) 2661-6912, e-mail. gobbiorpedia@gmail.com. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: (11) 2661-7585, (11) 2661-1548, (11) 2661-1549; e-mail: cappesq.adm@hc.fm.usp.br

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito do estudo "**Avaliação comparativa das medidas das deformidades mais prevalentes do tornozelo e pé utilizando tomografia computadorizada de feixe cônico com carga e convencional**".

Eu discuti as informações acima com o Pesquisador Responsável (Dr. Alexandre Leme Godoy dos Santos) ou pessoa (s) por ele delegada (s) (Dr. Eduardo Araujo Pires) 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.

Assinatura do participante ou representante legal

Assinatura do responsável pelo estudo

Data ____/____/_________
Data ____/____/____

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME:.....
DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº: SEXO: .M F
DATA NASCIMENTO:/...../.....
ENDEREÇO Nº APTO:

BAIRRO:
CIDADE
CEP:..... TELEFONE: DDD (.....)

2. RESPONSÁVEL LEGAL
NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)
DOCUMENTO DE IDENTIDADE:..... SEXO: M F
DATA NASCIMENTO:/...../.....
ENDEREÇO:..... Nº..... APTO:.....
BAIRRO: CIDADE:.....
CEP: TELEFONE: DDD (.....)